Bill Bryson

DESPRE TOATE, PE SCURT

De la Big Bang la ADN

Bestseller internațional



POLIROM

Bill Bryson

DESPRE TOATE, PE SCURT

De la Big Bang la ADN

Bestseller internațional



Bill Bryson

DESPRE TOATE, PE SCURT

De la Big Bang la ADN

Traducere de Elena Neculcea

POLIROM
2015

Cuprins

Bill Bryson, A Short History of Nearly Everything
Copyright © Bill Bryson 2003
All rights reserved
Ilustraţii © Neil Gower 2003
© 2015 by Editura POLIROM, pentru ediţia în limba română

www.polirom.ro
Editura POLIROM
Iaşi, B-dul Carol I nr. 4; P.O. BOX 266, 700506
Bucureşti, Splaiul Unirii nr. 6, bl. B3A, sc. 1, et. 1;
sector 4, 040031, O.P. 53

ISBN ePub: 978-973-46-5754-4
ISBN PDF: 978-973-46-5755-1
ISBN print: 978-973-46-5679-0

Coperta: Carmen Parii
Pe copertă: © Andreus/Depositphotos.com

BILL BRYSON, născut în SUA, a lucrat ca jurnalist şi a fost rector al Universităţii Durham din Marea Britanie. La Editura Polirom, de acelaşi autor au mai apărut Acasă. O istorie a vieţii private (2012), De cealaltă parte a lumii. Călătorind prin Australia (2014), O plimbare în pădure. Redescoperind America pe cărările Munţilor Apalaşi şi Călătorii prin Europa (2015). Bestsellerul Despre toate, pe scurt. De la Big Bang la ADN a fost distins cu Aventis Prize şi Descartes Science Communication Prize.

Pentru Meghan şi Chris. Bun venit.

„Fizicianul Leo Szilard i-a spus odată prietenului său Hans Bethe că se gândeşte să ţină un jurnal: «Nu am de gând să public. Pur şi simplu voi consemna faptele pentru a-l informa pe Dumnezeu». «Nu crezi că Dumnezeu cunoaşte faptele?», a întrebat Bethe. «Ba da», a răspuns Szilard. «Cunoaşte faptele, dar nu ştie această versiune a faptelor.»”

Hans Christian von Baeyer,
Taming the Atom

Mulţumiri

Iată-mă la începutul anului 2003, având în faţa mea câteva pagini de manuscris presărate cu note delicat formulate, pe un ton mărinimos-încurajator, de către Ian Tattersall de la Muzeul American de Istorie Naturală, care îmi atrage atenţia inter alia că Périgueux nu este o regiune viticolă, că este ingenios, dar cam neortodox din partea mea să scriu cu litere cursive diviziunile taxonomice de nivel mai înalt decât al genului şi speciei, că am ortografiat incorect de mai multe ori Olorgesailie (un loc cu care m-am familiarizat de curând) şi alte observaţii de aceeaşi natură, de-a lungul a două capitole de text în care era vorba despre domeniul său de expertiză, apariţia primilor oameni.

Cine ştie câte alte asemenea confuzii jenante se mai ascund în aceste pagini, dar, mulţumită doctorului Tattersall şi tuturor celor pe care îi voi menţiona în cele ce urmează, v-am scutit de alte câteva sute în plus. Nici nu ştiu cum aş putea să-mi exprim adânca gratitudine faţă de cei care m-au ajutat în pregătirea acestei cărţi. Mă simt în mod special îndatorat următoarelor persoane care au dat

dovadă, în egală măsură, de generozitate şi amabilitate şi care, cu o inepuizabilă şi eroică răbdare, au răspuns la o unică, eternă şi banală întrebare: „Îmi cer scuze, crezi că poţi să-mi mai explici o dată?”.

Din Anglia: David Caplin de la Imperial College din Londra; Richard Fortey, Len Ellis şi Kathy Way de la Muzeul de Istorie Naturală, Martin Raff de la University College din Londra; Rosalind Harding de la Institutul de Antropologie Biologică de la Oxford; dr. Laurence Smaje, în trecut la Wellcome Institute, şi Keith Blackmore de la The Times.

Din Statele Unite: Ian Tattersall de la Muzeul American de Istorie Naturală din New York; John Thorstensen, Mary K. Hudson şi David Blanchflower de la Dartmouth College din Hanover, New Hampshire; dr. William Abdu şi dr. Bryan Marsh de la Dartmouth – Hitchcock Medical Center din Lebanon, New Hampshire; Ray Anderson şi Brian Witzke de la Departamentul de Resurse Naturale din Iowa, Iowa City; Mike Voorhies de la University of Nebraska şi Parcul Straturilor de Fosile din Ashfall din apropiere de Orchard, Nebraska; Chuck Offenburger de la Buena Vista University, din Storm Lake, Iowa; Ken Rancourt, director de cercetare la Mount Washington Observatory din Gorham, New Hampshire; Paul Doss, geolog la Parcul Naţional Yellowstone, şi soţia sa, Heidi, tot de la Parcul Naţional; Frank Asaro de la University of California din Berkeley; Oliver Payne şi Lynn Addison de la National Geographic Society; James O. Farlow de la Indiana – Purdue University; Roger L. Larson, profesor de geofizică marină la University of Rhode Island; Jeff Guinn de la ziarul Star-Telegram din Fort Worth; Jerry Kasten din Dallas, Texas; şi întregul personal de la Iowa Historical Society din Des Moines.

Din Australia: reverendul Robert Evans din Hazelbrook, New South Wales; dr. Jill Cainey de la Biroul de Meteorologie al Australiei; Alan Thorne şi Victoria Bennett de la Australian National University din Canberra; Louise

Burke şi John Hawley din Canberra; Anne Milne de la Sydney Morning Herald; Ian Nowak, anterior la Geological Society of Western Australia; Thomas H. Rich de la Muzeul Victoria; Tim Flannery, directorul South Australian Museum din Adelaide; Natalie Papworth şi Alan MacFadyen de la Royal Tasmanian Botanical Gardens din Hobart; şi personalul extrem de îndatoritor de la State Library of New South Wales din Sydney.

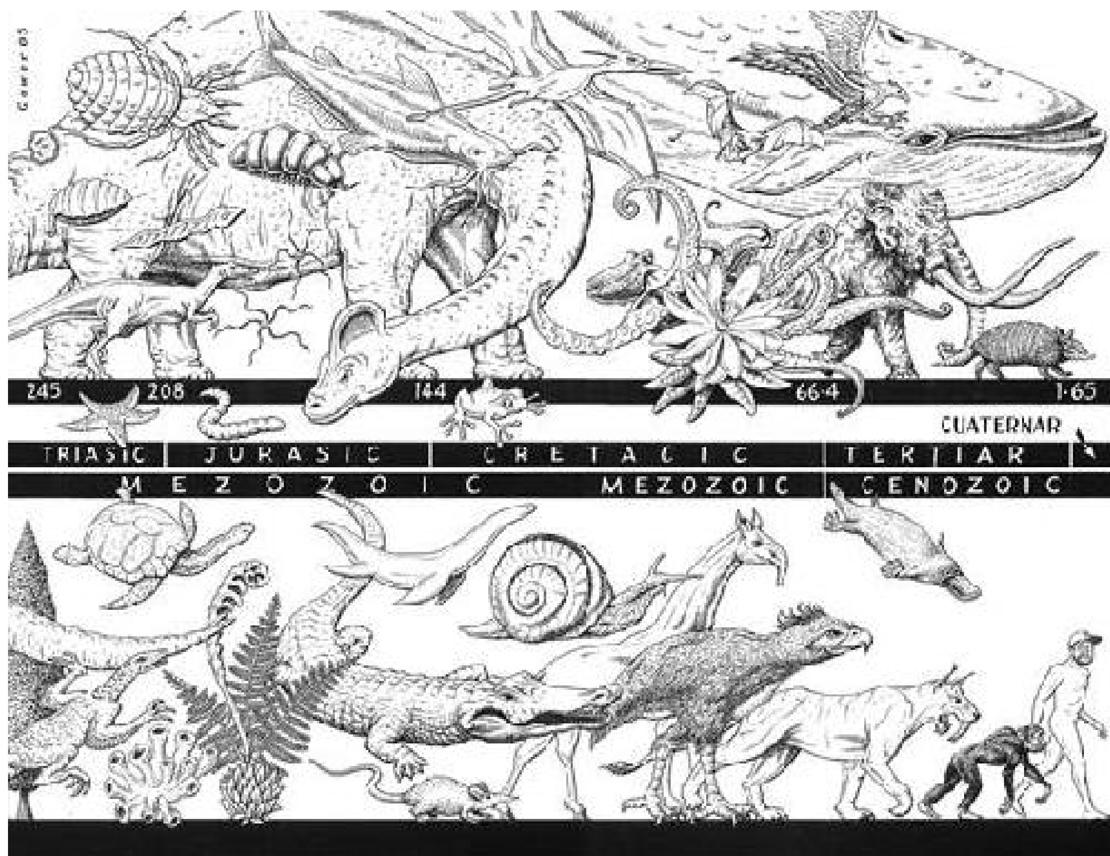
Şi din alte regiuni: Sue Superville, directorul centrului de informare de la Muzeul Noii Zeelande din Wellington; precum şi dr. Emma Mbua, dr. Koen Maes şi Jillani Ngalla de la Muzeul Naţional al Kenyei din Nairobi.

De asemenea, le sunt profund îndatorat, din variate motive, lui Patrick Janson-Smith, Gerald Howard, Marianne Velmans, Alison Tulett, Gillian Somerscales, Larry Finlay, Steve Rubin, Jed Mattes, Carol Heaton, Charles Elliott, David Bryson, Felicity Bryson, Dan McLean, Nick Southern, Gerald Engelbretsen, Patrick Gallagher, Larry Ashmead şi personalului de la unica şi veşnic tonica Bibliotecă Howe din Hanover, New Hampshire.

Ca întotdeauna, mai presus de oricine, cele mai profunde mulţumiri iubitei, răbdătoarei şi incomparabilei mele soţii, Cynthia.

Despre toate, pe scurt
De la Big Bang la ADN





Introducere

Bine aţi venit. Şi felicitările mele. Sunt peste măsură de încântat că aţi reuşit să ajungeţi aici. Ştiu că nu v-a fost deloc uşor. Ba chiar am impresia că a fost ceva mai dificil decât vă imaginaţi.

În primul rând, pentru ca dumneavoastră să vă aflaţi acum aici, a fost nevoie ca miliarde şi miliarde de atomi aflaţi în derivă să se adune cumva, într-o manieră complicată şi cu o curioasă bunăvoinţă, pentru a vă crea. S-a ajuns la un aranjament atât de specializat şi de particularizat, încât nu a mai fost încercat niciodată până acum şi nu va exista decât cu această unică ocazie. Mulţi ani de acum înainte (sperăm noi), aceste particule minuscule se vor angaja fără rezerve în toate miliardele de eforturi destoinice şi interconectate, necesare pentru a vă

menţine pe dumneavoastră intact şi a vă permite să vă bucuraţi de experienţa acestei minunate, dar, în general, subapreciate stări numite existenţă.

Este destul de greu de explicat de ce atomii se supun la o asemenea osteneală. La nivel atomic, experienţa de a vă forma pe dumneavoastră nu aduce cine ştie ce recompense. În ciuda atenţiei exclusive de care vă bucuraţi din partea lor, atomilor nu le pasă prea tare de dumneavoastră – am putea spune chiar că ei nici nu ştiu că existaţi. Ei nu ştiu nici măcar că ei înşişi există. La urma urmelor, sunt doar nişte particule fără judecată, care, în esenţă, nici măcar nu au viaţă. (Dacă ar fi să vă dezmembraţi cu o pensetă, atom cu atom, aţi ajunge la un morman de praf atomic pe cinste, în care nicio particulă nu ar avea viaţă, dar care, la un loc, au fost cândva dumneavoastră. Hm, ce gând năucitor!) Şi totuşi, pe durata existenţei dumneavoastră, ei vor răspunde cumva unui unic impuls neabătut: să vă menţină sub forma dumneavoastră personală.

Vestea proastă este că atomii sunt nestatornici, iar devotamentul lor este de scurtă durată – chiar foarte scurtă. Viaţa unui om, chiar una foarte lungă, însumează numai vreo şase sute cincizeci de mii de ore. Şi, când la orizont apare acea barieră nu tocmai măreaţă sau în vreun alt moment apropiat, din motive necunoscute, atomii dumneavoastră vă vor opri funcţionarea, apoi se vor dezasambla în tăcere şi se vor împrăştia care încotro, ca să fie altceva. Pentru dumneavoastră, atât a fost.

Dar cred că aveţi motive să vă bucuraţi că acest lucru totuşi s-a întâmplat. În general vorbind, în univers nu se întâmplă deloc aşa, cel puţin din câte ştim noi. Este categoric o ciudăţenie, pentru că aceiaşi atomi care se îmbină cu atâta măiestrie şi generozitate pentru a forma, pe Pământ, fiinţe vii refuză cu încăpăţânare să facă acelaşi lucru oriunde în altă parte. Indiferent ce altceva ar mai conţine, la nivelul alcătuirii chimice, viaţa este de o banalitate uluitoare: carbon, hidrogen, oxigen şi azot, un

pic de calciu, un praf de sulf şi o uşoară aromatizare cu alte câteva elemente absolut obişnuite – pe toate le găsiţi la farmacia din colţ –, şi astea sunt toate ingredientele. Singura trăsătură fantastică a atomilor care vă alcătuiesc este aceea că vă alcătuiesc pe dumneavoastră. Fireşte, acesta este miracolul vieţii.

Indiferent dacă atomii mai creează viaţă şi în alte colţuri ale universului sau nu, cert este că alcătuiesc o mulţime de alte lucruri; de fapt, ei alcătuiesc toate celelalte lucruri. Fără ei nu ar exista apa, aerul sau pietrele, nu ar exista stelele sau planetele, nici norii gazoşi din depărtare, ori nebuloasele spiralate, şi niciunul dintre lucrurile care-i dau universului atât de încântătoarea sa materialitate. Atomii sunt atât de numeroşi şi de necesari, încât nu este deloc greu să scăpăm din vedere faptul că, în realitate, existenţa lor nu este un dat obligatoriu. Nu există nicio lege care să impună universului să se umple cu mici particule de materie, să producă lumină, gravitaţie şi celelalte proprietăţi de care atârnă viaţa noastră. De fapt, nici nu este obligatoriu să existe un univers. Şi, o vreme foarte îndelungată, nici nu a existat. Nu existau atomi şi nici un univers prin care ei să se mişte în voie. Nu exista nimic – absolut nimic şi nicăieri.

Aşa că să mulţumim cerului că există atomi. Dar faptul că aveţi atomi şi că ei se îmbină cu atâta generozitate este doar unul dintre elementele care v-au adus până aici. Şi dacă sunteţi acum, la început de secol douăzeci şi unu, viu şi suficient de isteţ ca să vă daţi seama că existaţi, înseamnă că aţi beneficiat obligatoriu de o extraordinară suită de fericite coincidenţe biologice. Supravieţuirea pe Pământ este o treabă neaşteptat de complicată. Dintre miliardele şi miliardele de specii de forme de viaţă care au existat de la începuturile timpului, majoritatea – s-a sugerat chiar 99,99% – nu mai există. Vedeţi dumneavoastră, viaţa pe Pământ nu este doar scurtă, ci şi exasperant de fragilă. Iar faptul că noi provenim de pe o planetă care se pricepe

foarte bine să perpetueze viaţa, dar se pricepe încă şi mai bine să-i pună capăt mi se pare o trăsătură cel puţin curioasă.

Durata medie de existenţă a unei specii pe Pământ este de numai vreo patru milioane de ani, aşa că, dacă doriţi cumva să fiţi prin preajmă mai multe miliarde de ani, aţi face bine să deveniţi la fel de schimbători precum atomii care vă compun. Trebuie să fiţi pregătiţi să vă schimbaţi toate caracteristicile – forma, mărimea, culoarea, apartenenţa speciei, absolut totul –, şi încă în mod repetat. Uşor de zis, mult mai greu de făcut, pentru că procesul de schimbare este aleatoriu. Pentru a trece de la „globula atomică primordială protoplasmatică” (după cum spune cântecul lui Gilbert şi Sullivan) la fiinţa umană modernă, verticală şi raţională, a fost nevoie de noi şi noi mutaţii pentru apariţia unor noi trăsături, toate într-o manieră precisă şi strict ordonată, într-o perioadă foarte lungă. Prin urmare, în diferite momente din decursul ultimelor 3,8 miliarde de ani, aţi respins şi aţi îndrăgit oxigenul, v-au crescut înotătoare şi membre, aţi plutit fericit, aţi depus ouă, aţi biciuit aerul cu o limbă despicată, aţi fost neted, aţi fost pufos, aţi trăit sub pământ, aţi trăit în copaci, aţi fost mare cât o căprioară sau mic cât un şoarece şi aţi fost în milioane de alte feluri. Dacă ar fi existat o cât de mică deviere de la oricare dintre aceste imperative ale evoluţiei, acum poate că aţi linge alge de pe pereţii peşterilor sau v-aţi tolăni ca o morsă pe un mal stâncos, ori aţi arunca aerul afară printr-un orificiu din mijlocul capului, înainte să vă scufundaţi la optsprezece metri adâncime să savuraţi o gură de polichete delicioase.

Şi aţi fost norocoşi nu numai pentru că aţi aparţinut din timpuri imemoriale unei linii de evoluţie favorizate, dar aţi avut un noroc fantastic – mai bine zis miraculos – şi în ce priveşte descendenţa personală. Gândiţi-vă că timp de 3,8 miliarde de ani, o perioadă mai lungă decât vechimea munţilor, a râurilor şi a oceanelor de pe Terra, fiecare

dintre strămoşii dumneavoastră de pe ambele linii de descendenţă a fost suficient de atrăgător încât să-şi găsească un partener, suficient de sănătos ca să se reproducă şi suficient de protejat de soartă şi de împrejurări încât să trăiască destul de mult pentru a avea urmaşi. Niciunul dintre strămoşii dumneavoastră genetici nu a fost strivit, devorat, înecat, înfometat, blocat, rănit de timpuriu sau deturnat în vreun alt fel de la misiunea vieţii sale de a transmite o mică încărcătură de material genetic partenerului potrivit, la momentul potrivit, pentru a perpetua secvenţa unică de combinaţii genetice care avea să vă producă – într-un uluitor final şi pentru prea puţină vreme – pe dumneavoastră.

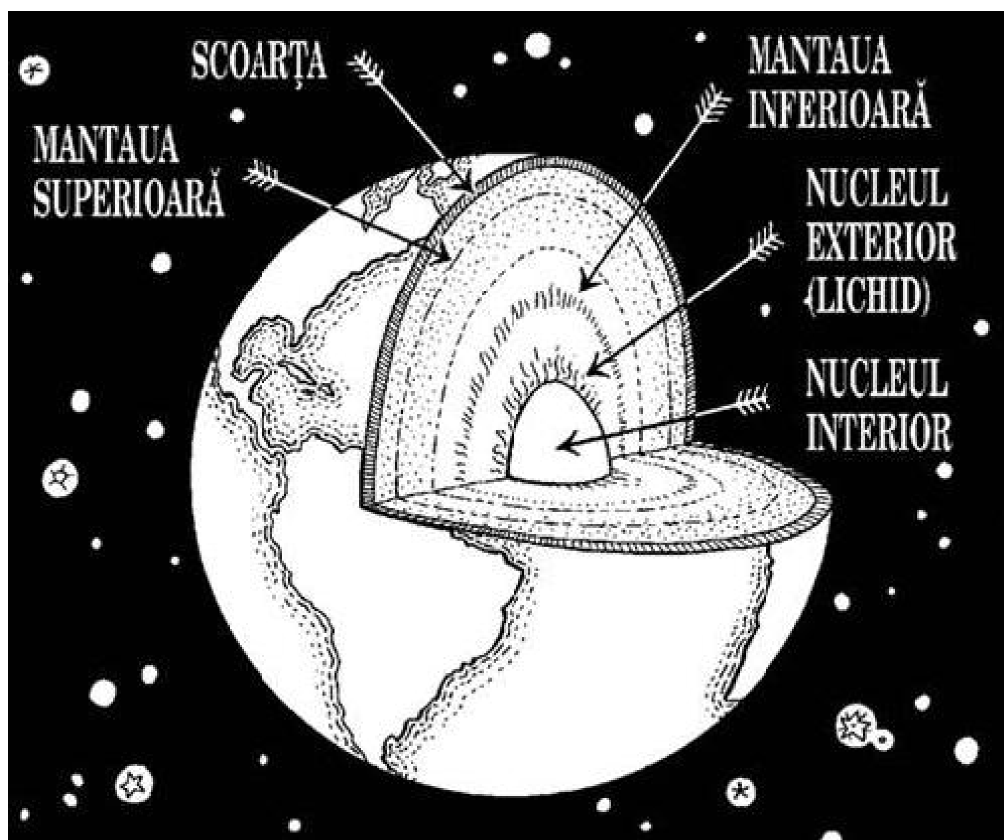
Această carte descrie cum s-au întâmplat toate – mai exact, cum am ajuns de la nimic, de la absolut nimic, la ceva şi apoi cum acel mic ceva s-a transformat în noi; mai povesteşte câte ceva despre ce s-a întâmplat între acele momente şi de atunci încoace. Evident că sunt multe de spus şi tocmai de aceea cartea se numeşte Despre toate, pe scurt, deşi nu este chiar aşa. Dar ar putea fi şi trag speranţa că, până la final, cu puţin noroc, v-aş putea face să simţiţi că aşa este.

Dacă doriţi să ştiţi, interesul meu pentru acest subiect a pornit de la o carte de ştiinţe naturale după care am studiat în clasele a patra şi a cincea. Cartea era un manual clasic de prin anii 1950 – trântită, detestată, înfricoşător de mare –, dar pe la început avea o ilustraţie care pur şi simplu m-a captivat: o diagramă transversală care înfăţişa interiorul Pământului, aşa cum ar arăta dacă l-am secţiona şi am extrage cu grijă din el o bucată cam de un sfert din mărimea lui.

Pare greu de crezut că a existat o vreme în care nu văzusem încă o astfel de ilustraţie, dar este absolut cert că nu o mai văzusem, deoarece îmi amintesc cât se poate de clar că am rămas practic înmărmurit. Ca să fiu sincer,

bănuiesc că interesul meu iniţial pornea de la o imagine din mintea mea, în care şiruri lungi de automobilişti ce conduceau fără să bănuiască nimic spre est, prin statele Marii Câmpii Americane, se prăbuşesc brusc peste o stâncă înaltă de aproape şase mii cinci sute de kilometri, ce se întindea între America Centrală şi Polul Nord. Treptat însă, atenţia mea s-a concentrat într-o manieră mai academică asupra importanţei ştiinţifice a desenului şi a înţelegerii faptului că Pământul este alcătuit din straturi distincte ce învelesc în centru o sferă strălucitoare de fier şi nichel, la fel de incandescentă precum suprafaţa Soarelui, potrivit imaginii. Îmi amintesc că m-am întrebat cu o uimire sinceră: de unde ştiu ei chestia asta?

Nu m-am îndoit nicio clipă de corectitudinea informaţiilor – şi acum încă am tendinţa să iau de bun ceea ce decretează oamenii de ştiinţă, la fel cum mă încred în afirmaţiile chirurgilor, instalatorilor şi ale altor posesori de informaţii cabalistice şi confidenţiale –, dar pentru nimic în lume nu puteam concepe cum o minte omenească a putut descifra în ce fel arată şi din ce sunt alcătuite spaţiile aflate la mii de kilometri sub noi, spaţii pe care niciun ochi nu le-a cercetat vreodată şi pe care nicio rază X nu le-ar putea penetra. Pentru mine, era pur şi simplu un miracol. Şi de atunci încoace, poziţia mea faţă de ştiinţă a rămas neschimbată.



În acea seară, am luat cartea acasă, plin de entuziasm, am deschis-o înainte de cină – şi înclin să cred că acest fapt a determinat-o pe mama să îmi pună mâna pe frunte şi să mă întrebe dacă mă simt bine – şi, începând cu prima pagină, am citit.

Şi iată ce s-a întâmplat: nu avea absolut nimic interesant. De fapt, era complet ininteligibilă. Dar mai presus de toate, nu răspundea la niciuna dintre întrebările pe care le ridica ilustraţia în orice minte cu o curiozitate normală: cum am ajuns să avem un Soare în mijlocul planetei noastre şi de unde ştiu ei cât de fierbinte este? Şi dacă acolo, jos, arde încontinuu, atunci de ce pământul pe care călcăm nu este fierbinte la atingere? Şi de ce restul interiorului nu se topeşte – sau se topeşte? Şi când, într-un final, miezul va arde complet, o parte din Pământ se va scufunda pur şi simplu în vid, lăsând o imensă cavitate la suprafaţă? Şi de unde ştim asta? Cum ne-am dat seama de asta?

Dar autorul păstra o tăcere bizară în privinţa acestui gen de detalii – mai mult, tăcerea lui acoperea totul, mai puţin anticlinalele, sinclinalele, declinaţiile axiale şi altele asemenea. Parcă ar fi vrut să ţină secrete toate lucrurile interesante şi de aceea, pe un ton solemn, făcea totul incomprehensibil. Odată cu trecerea anilor, am început să suspectez că nu era tocmai o tendinţă singulară. Semăna cu o conspiraţie universală enigmatică a autorilor de manuale care încearcă parcă să se asigure că materialul de care se ocupă nu se rătăceşte niciodată prea aproape de sfera unui interes general, fie el şi modest, şi că rămâne întotdeauna cel puţin la o distanţă respectabilă de trezirea oricărui interes autentic.

Acum ştiu că există o pleiadă de scriitori pe teme ştiinţifice care ştiu să creioneze o proză lucidă şi pasionantă – între ei, Timothy Ferris, Richard Fortey şi Tim Flannery ies în evidenţă la o singură oprire în alfabet (şi aceasta fără să-l menţionăm pe regretatul, dar titanicul Richard Feynman) –, însă, din nefericire, niciunul dintre ei nu a fost autorul vreunui manual pe care să-l fi studiat eu. Manualele mele erau scrise de bărbaţi (întotdeauna bărbaţi) care îmbrăţişau interesanta opinie potrivit căreia totul devine mai clar dacă este exprimat sub forma unei formule, exprimând şi credinţa, amuzantă în fantezia ei, că progeniturile Americii ar aprecia în mod deosebit ca la sfârşitul fiecărui capitol să găsească o secţiune de întrebări la care să mediteze în timpul lor liber. Aşa că am crescut cu ideea că ştiinţa este plictiseala supremă, dar cu o bănuială că nu era obligatoriu să fie aşa. Nu am stat să mă gândesc serios dacă aş putea să fac ceva care să schimbe lucrurile. Şi mi-am păstrat această atitudine vreme îndelungată.

Apoi, mult mai târziu – cred că acum patru sau cinci ani –, mă aflam în avion, într-un lung zbor peste Pacific. Privind alene pe fereastră la oceanul scânteietor de lumină argintie, mi-a trecut subit prin minte, cu o intensitate notabilă, că nu ştiam nici măcar lucrurile elementare

despre singura planetă pe care aveam să locuiesc vreodată. De exemplu, nu aveam habar de ce oceanele sunt sărate, iar Marile Lacuri nu sunt. Nu aveam nici cea mai vagă idee. Nu ştiam dacă oceanele deveneau mai sărate sau mai puţin sărate cu timpul şi nici dacă nivelul de salinitate al oceanelor era o problemă care ar trebui să mă preocupe sau nu. (Îmi face o deosebită plăcere să vă aduc la cunoştinţă că, până la sfârşitul anilor 1970, nici oamenii de ştiinţă nu cunoşteau răspunsurile la aceste întrebări. Doar că nu comentau acest lucru pe un ton audibil.)

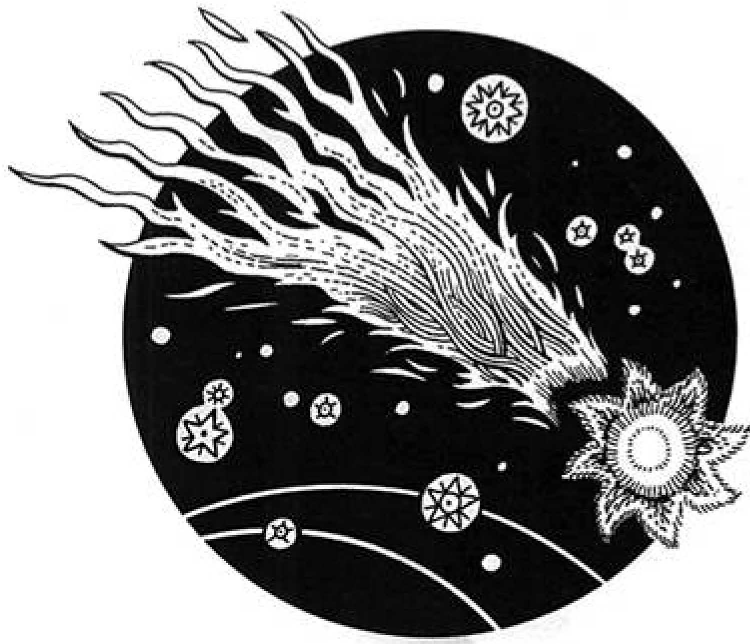
În mod evident, salinitatea oceanelor reprezenta o minusculă fărâmă a ignoranţei mele. Nu ştiam ce este un proton, ce este o proteină, nu făceam diferenţa între un quarc şi un quasar, nu puteam înţelege cum reuşeau geologii să îţi spună cât de vechi este un strat de rocă doar cercetându-l în peretele unui canion – eram cu adevărat ignorant. Şi atunci a pus stăpânire pe mine un imbold tăcut, straniu, dar stăruitor de a afla ceva mai multe despre aceste chestiuni şi, mai presus de toate, de a înţelege cum au ajuns oamenii să le desluşească. Pentru mine, aceasta continua să fie cea mai mare mirare: cum îşi elaborează oamenii de ştiinţă concluziile. Cum află cineva, oricine, cât cântăreşte Pământul, sau cât de vechi sunt rocile de pe el, sau ce se află cu adevărat acolo, în adânc, în centrul său? De unde pot şti ei cum şi când a început formarea universului şi cum arăta atunci când a început? De unde ştiu ei ce se petrece în interiorul unui atom? Şi pentru că tot veni vorba – sau, dacă mă gândesc mai bine, în primul rând –, cum se poate ca oamenii de ştiinţă să pară că ştiu aproape totul, pentru ca apoi să nu fie capabili să prevadă un cutremur de pământ sau măcar să ne anunţe dacă ar trebui să ne luăm umbrela cu noi când mergem la curse miercurea următoare?

Atunci am decis că voi dedica o parte din viaţa mea – trei ani, după cum s-a dovedit în final – lecturii cărţilor şi publicaţiilor şi găsirii unor specialişti cu o răbdare

angelică, dispuşi să răspundă unei sumedenii de întrebări de o remarcabilă inepţie. Încercam să văd dacă nu cumva este posibil să înţelegem şi să apreciem minunile şi realizările ştiinţei – să ne minunăm sau chiar să ne bucurăm de ele – la un nivel care să nu fie prea tehnic sau prea solicitant, dar nici în totalitate superficial.

Acestea au fost ideea şi speranţa cu care am pornit şi asta intenţionează să vă ofere cartea de faţă. Dar avem o arie largă de acoperit şi mai puţin de şase sute cincizeci de mii de ore pentru asta, aşa că mai bine să pornim.

Partea I
Pierduţi în cosmos



„Toate se află în acelaşi plan. Toate se învârt în aceeaşi direcţie... Ştiţi, totul este perfect. Este sublim. Este aproape supranatural.”

Astronomul Geoffrey Marcy
descriind sistemul solar

Capitolul 1

Cum se construieşte un univers

Indiferent cât de tare aţi încerca, nu veţi fi niciodată capabili să înţelegeţi cât de mititel este un proton, cât de puţin spaţiu revendică. Pentru că pur şi simplu este mult prea mic.

Un proton este o părticică infinitezimală a unui atom, care, la rândul său, este, evident, o chestie inconsistentă. Protonii sunt atât de minusculi, încât o urmă infimă de cerneală, precum aceea lăsată de punctul de pe acest i, poate conţine un număr de ordinul a 500.000.000.000 de protoni sau, altfel spus, un număr mai mare decât numărul de secunde din care este alcătuită o jumătate de milion de ani. Aşadar, putem spune că protonii sunt cel puţin microscopici până la exagerare.

Acum, dacă puteţi (şi evident că nu puteţi), imaginaţi-vă cum ar fi să micşoraţi unul dintre acei protoni până la a miliarda parte din dimensiunile sale normale, reducându-l la un spaţiu atât de mic, încât un proton pare enorm prin comparaţie. Acum, în acel spaţiu mic-mititel, îngrămădiţi cam treizeci de grame de materie. Excelent. Acum sunteţi gata să treceţi la crearea unui Univers.

Presupun, fireşte, că doriţi să construiţi un Univers inflaţionar. Dacă doriţi însă să construiţi un Univers standard, de modă veche, cu Big Bang, atunci aveţi nevoie de materiale suplimentare. De fapt, va trebui să adunaţi tot ce există – până la ultimul firicel de praf şi ultima particulă de materie de aici şi până la marginile creaţiei – şi să le îngrămădiţi într-un punct atât de infinitezimal compact, încât să nu aibă niciun fel de dimensiuni. Acesta este un punct de singularitate.

În ambele cazuri, pregătiţi-vă pentru un Big Bang adevărat. Evident, ar fi înţelept să vă retrageţi într-un loc sigur din care să urmăriţi spectacolul. Din nefericire, nu aveţi unde, deoarece, dincolo de punctul de singularitate, nu există un alt undeva. Când universul intră în expansiune, nu se va extinde pentru a umple un enorm spaţiu gol. Singurul spaţiu care există este cel pe care îl creează el pe măsură ce avansează.

E firesc, dar complet greşit să vizualizezi singularitatea ca pe un fel de punct reliefat, atârnând într-un nemărginit vid întunecat. Nu există niciun spaţiu, niciun întuneric.

Punctul de singularitate nu are nimic împrejurul lui. Nu există spaţiu pe care să-l ocupe şi nici loc în care să existe. Nici măcar nu ne putem întreba de câtă vreme stă acolo – dacă a ţâşnit de curând, ca o idee strălucită, sau dacă a fost acolo dintotdeauna, aşteptând tăcut momentul potrivit. Timpul nu există. Nu are un trecut din care să se fi născut.

Şi astfel, din nimic, începe Universul nostru.

Dintr-un unic impuls orbitor, un moment de glorie mult prea rapid şi expansiv ca să poată fi cuprins în vreun cuvânt, singularitatea capătă dimensiuni edenice, devine spaţiu de neconceput. Prima secundă de viaţă (o secundă căreia numeroşi cercetători ai cosmosului îi vor dedica întregi cariere în încercarea de a o separa în caşete cât mai mici) dă naştere gravitaţiei şi tuturor celorlalte forţe care guvernează fizica. În mai puţin de un minut, universul se întinde pe mii de miliarde de kilometri şi creşte ameţitor. De acum, s-a făcut foarte cald, sunt vreo zece miliarde de grade, suficiente pentru a declanşa reacţiile nucleare care creează elementele mai uşoare – în principal, hidrogen şi heliu, cu un praf (cam un atom la o sută de milioane) de litiu. În trei minute, s-a produs cam nouăzeci şi opt la sută din toată materia care există sau va exista vreodată. Avem un univers. Un loc în care abundă posibilităţile cele mai nebănuite şi mai pline de satisfacţii şi care, în plus, este chiar foarte frumos. Şi a apărut cam în acelaşi timp cât îţi ia să faci un sendviş.

Momentul în care s-au petrecut toate acestea dă naştere la anumite controverse. Cosmologii se contrazic de multă vreme dacă momentul creaţiei s-a petrecut acum zece miliarde de ani, acum de două ori mai mult sau pe undeva pe la mijloc. Părerile par să se îndrepte spre un consens în jurul cifrei de 13,7 miliarde de ani, dar aceste lucruri sunt prin definiţie greu de măsurat, aşa cum vom vedea şi noi ceva mai încolo. Tot ce putem spune cu certitudine este că, într-o perioadă nedeterminată din trecutul foarte

îndepărtat, din motive necunoscute, s-a ivit momentul pe care ştiinţa îl cunoaşte drept t = 0. Porniserăm la drum.

Fireşte că sunt o mulţime de lucruri pe care nu le cunoaştem, iar o bună parte din ceea ce credem că ştim acum nu am ştiut sau nu am crezut că nu ştim o lungă perioadă. Chiar şi noţiunea de Big Bang este destul de recentă. Ideea a început să fie vehiculată prin anii 1920, când Georges Lemaître, un preot-învăţat belgian, a propus-o timid pentru prima dată, dar nu a devenit o noţiune activă în cosmologie decât pe la mijlocul anilor 1960, când doi tineri radioastronomi au făcut o extraordinară descoperire inadvertentă.

Cei doi se numeau Arno Penzias şi Robert Wilson. În 1965, încercau să folosească o antenă enormă de telecomunicaţii din cadrul Laboratoarelor Bell din Holmdel, New Jersey, dar îi deranja un zgomot de fundal persistent – un sâsâit constant şi consistent din cauza căruia orice experiment devenea imposibil. Era un zgomot persistent şi difuz. Venea din toate punctele cerului, zi şi noapte, pe orice vreme. Timp de un an, tinerii astronomi au făcut tot ce le-a trecut prin minte ca să localizeze şi să elimine zgomotul. Au testat fiecare sistem electric, au reasamblat instrumentele, au verificat circuitele, au scuturat şi tras de toate firele, au curăţat prizele. S-au căţărat în antenă şi au înfăşurat în bandă izolantă fiecare îmbinare şi fiecare nit. Au urcat iar în antenă cu mături şi perii de frecat şi au curăţat atent ceea ce, într-o lucrare de mai târziu, au numit un „material alb dielectric”, sau ceea ce noi numim mai popular găinaţ de pasăre. Nimic din tot ce au încercat nu a dat rezultate.

Fără ca ei să ştie, la numai cincizeci de kilometri distanţă, la Universitatea Princeton, o echipă de oameni de ştiinţă condusă de Robert Dicke se străduia să descopere exact lucrul de care ei încercau cu atâta sârguinţă să scape. Cercetătorii de la Princeton dezvoltau o idee care fusese sugerată în anii 1940 de astrofizicianul de origine

rusă George Gamow: anume că, dacă cercetezi suficient de profund spaţiul, ar trebui să descoperi o radiaţie de fond cosmică rămasă după Big Bang. Gamow a calculat că, după ce va fi parcurs imensitatea cosmosului, radiaţia ar trebui să ajungă pe Pământ sub formă de microunde. Într-o lucrare mai recentă, el sugerase chiar un instrument care ar fi putut descoperi acest lucru: antena Bell de la Holmdel. Din nefericire, nici Penzias sau Wilson şi nici vreunul din membrii echipei de la Princeton nu citiseră lucrarea lui Gamow.

Zgomotul pe care îl auzeau Penzias şi Wilson era, vă imaginaţi, zgomotul pe care îl postulase Gamow. Ei descoperiseră marginea universului, sau cel puţin partea sa vizibilă, la nouăzeci de miliarde de mii de miliarde de mile distanţă. Ei „vedeau" primii fotoni – cea mai străveche lumină din Univers –, chiar dacă timpul şi distanţa îi transformaseră în microunde, aşa cum prezisese Gamow. În cartea sa, The Inflationary Universe (Universul inflaţionar), Alan Guth ne oferă o analogie care ne ajută să încadrăm aceste descoperiri într-o perspectivă de ansamblu. Dacă v-aţi imagina că cercetarea adâncimilor universului este ca şi cum v-aţi uita în jos de la etajul o sută al zgârie-noriului Empire State Building (unde etajul o sută reprezintă momentul prezent, iar nivelul străzii reprezintă momentul Big Bangului) în momentul descoperirii lui Wilson şi Penzias, cele mai îndepărtate galaxii pe care le descoperise vreodată cineva se aflau cam pe la etajul şaizeci, iar cele mai îndepărtate lucruri – quasarii – se aflau cam pe la etajul douăzeci. Descoperirile lui Penzias şi Wilson au împins cunoaşterea noastră despre universul vizibil până la doi centimetri deasupra nivelului parterului.

Tot fără să ştie care era cauza zgomotului, Wilson şi Penzias i-au telefonat lui Dicke la Princeton şi i-au descris problema lor, în speranţa că le-ar putea sugera o soluţie. Dicke şi-a dat seama imediat ce descoperiseră cei doi tineri.

— Băieţi, adineauri am aflat că ne-au luat-o alţii înainte, le-a spus el colegilor săi după ce a închis telefonul.

La puţin timp după aceea, Astrophysical Journal a publicat două articole: unul semnat de Penzias şi Wilson, care descriau experienţa lor cu sâsâitul, iar celălalt de echipa lui Dicke, în care se explica natura zgomotului. Chiar dacă Penzias şi Wilson nu căutaseră radiaţia de fond remanentă, nu ştiau ce era în momentul în care au descoperit-o şi nici nu descriseseră ori nu interpretaseră natura sa în nicio lucrare, în 1978 au primit Premiul Nobel pentru Fizică. Cercetătorii de la Princeton au primit doar dovezi de compasiune. După cum povesteşte Dennis Overbye în Lonely Hearts of the Cosmos (Inimile singuratice ale cosmosului), nici Penzias şi nici Wilson nu au înţeles deplina semnificaţie a descoperirii lor până nu au citit despre ea în The New York Times.

Şi, fiindcă tot veni vorba, cu toţii am avut de-a face cu turbulenţele provocate de radiaţia de fond cosmică. Lăsaţi televizorul pe orice canal pe care nu se recepţionează nimic şi circa unu la sută dintre paraziţii săltăreţi pe care îi recepţionaţi se explică prin această remanenţă străveche a Big Bangului. Data viitoare când vă plângeţi că nu se vede nimic, amintiţi-vă că aveţi şansa să asistaţi la naşterea Universului.

Deşi toată lumea îl numeşte Big Bang, multe cărţi ne atenţionează să nu ni-l imaginăm ca pe o explozie în sensul convenţional. A fost de fapt o expansiune vastă şi subită la o scară colosală. Şi atunci, ce anume a produs-o?

O supoziţie spune că singularitatea ar putea fi relicva unui alt univers anterior, care s-a prăbuşit, şi că universul nostru este doar o etapă în ciclul etern al expansiunii şi prăbuşirii universurilor, la fel ca barbotorul dintr-un aparat de oxigen. Alţii pun Big Bangul pe seama a ceea ce ei numesc „un vid fals”, sau „un câmp scalar”, ori „energia vidului” – calitate sau lucru care, în orice caz, a introdus un

anume grad de instabilitate în nimicul existent. Pare imposibil să poţi obţine ceva din nimic, dar faptul că odată nu exista nimic, iar acum există un univers este o dovadă imbatabilă că se poate. S-ar putea ca universul nostru să fie doar o parte din multe alte universuri mai mari, unele în alte dimensiuni, şi ca permanent şi peste tot să aibă loc Big Banguri. Sau s-ar putea ca spaţiul şi timpul să fi avut alte forme, complet diferite, înainte de Big Bang – forme mult prea străine de noi pentru a putea măcar să ni le imaginăm – şi ca Big Bangul să reprezinte un fel de fază de tranziţie, în care universul a trecut de la o formă pe care noi nu o putem înţelege la una aproape inteligibilă. „Seamănă foarte mult cu întrebările de natură religioasă”, a declarat dr. Andrei Linde, un cosmolog de la Stanford, în 2001, pentru The New York Times.

Teoria Big Bangului nu se referă atât la momentul exploziei, cât la ce s-a întâmplat după aceea. Dar luaţi aminte, nu mult după aceea. Printr-o mulţime de calcule şi urmărind atent ce se întâmplă în acceleratoarele de particule, oamenii de ştiinţă cred că se pot întoarce la 10^{-43} secunde după momentul creaţiei, când universul era încă atât de mic, încât ar fi fost nevoie de un microscop ca să-l găseşti. Nu trebuie să cădem pe spate în faţa fiecărei cifre extraordinare care ne trece pe dinaintea ochilor, dar poate că este bine să ne oprim să înţelegem câte una, din când în când, doar ca să ne amintim de uluitoarea şi inimaginabila lor amploare. Astfel, $10^{-1} = 0{,}1$; $10^{-20} = 0{,}00000000000000000001$, iar 10^{-43} înseamnă 0,[42 de 0 şi 1] sau a zecea milioana de mii de miliarde de mii de miliarde de mii de miliarde parte dintr-o secundă[1].

Majoritatea lucrurilor pe care le ştim sau credem că le ştim despre momentele de început ale universului le datorăm unei idei numite teoria inflaţionistă, expusă pentru prima dată în 1979 de un tânăr fizician specialist în fizica

particulelor, aflat pe atunci la Stanford, iar acum la MIT, pe nume Alan Guth. Avea treizeci şi doi de ani şi, după propria mărturisire, nu făcuse mare lucru până atunci. Probabil că nu ar fi descoperit niciodată marea lui teorie dacă nu ar fi asistat la o prelegere despre Big Bang ţinută de nimeni altul decât Robert Dicke. Prelegerea l-a inspirat pe Guth să îşi îndrepte atenţia spre cosmologie şi mai ales spre naşterea universului.

Rezultatul final a fost teoria inflaţionistă care susţine că, la o fracţiune de secundă după momentul creaţiei, universul a suferit o expansiune dramatică bruscă. S-a umflat – depăşindu-se pe sine, la propriu, dublându-şi dimensiunile la fiecare 10^{-43} secunde. Este foarte posibil ca întregul episod să nu fi durat mai mult de 10^{-43} secunde – adică a milioana milioana milioana milioana milioana parte dintr-o secundă –, dar a transformat universul din ceva ce ai putea cuprinde în palmă în ceva de cel puţin 10.000.000.000.000.000.000.000.000 de ori mai mare. Teoria inflaţionistă explică undele şi vârtejurile care fac posibil universul nostru. Fără acestea, nu ar exista aglomerările de materie şi, astfel, nu ar exista stele, ci doar gaze în derivă şi o obscuritate eternă.

Potrivit teoriei lui Guth, la a zecea milioana parte dintr-a mia miliarda parte dintr-a mia miliarda parte dintr-a mia miliarda parte dintr-o secundă, s-a născut forţa gravitaţională. După un alt interval la fel de absurd de minuscul, i s-au alăturat forţa electromagnetică, forţa nucleară slabă şi forţa nucleară tare – chestiile de care se ocupă fizica. O clipă mai târziu, li s-au alăturat grămezi de particule elementare – chestiile care alcătuiesc chestiile. Pornind de la absolut nimic, acum existau deodată roiuri de fotoni, protoni, electroni, neutroni şi multe altele – între 1079 şi 1089 din fiecare, conform teoriei standard a Big Bangului.

Fireşte că asemenea cantităţi sunt imposibil de cuprins cu o minte omenească. Este suficient să ştim că, într-o singură clipă, explozivă, am fost înzestraţi cu un univers vast – cu un diametru de cel puţin o sută de miliarde de ani-lumină, conform teoriei, dar care s-ar putea întinde oricât până la infinit – şi cu o dispunere perfectă pentru crearea stelelor, galaxiilor şi a altor sisteme complexe.

Din punctul nostru de vedere, minunea constă în cât de bine s-au aranjat lucrurile pentru noi. Dacă universul s-ar fi format oricât de puţin altfel – dacă forţa gravitaţională ar fi fost cu o fracţiune mai mare sau mai mică, dacă expansiunea s-ar fi derulat doar un pic mai repede sau mai încet –, atunci poate că nu s-ar fi creat niciodată elementele stabile necesare pentru a ne alcătui pe mine şi pe dumneavoastră şi pământul pe care stăm. Dacă forţa gravitaţională ar fi fost cu o idee mai mare, universul însuşi ar fi putut să se prăbuşească la fel ca un cort ridicat prost, fără valorile exacte care să-i confere dimensiunile, densitatea şi părţile componente necesare. Dacă ar fi fost mai mică, nimic nu s-ar fi închegat. Universul ar fi rămas pe vecie un vid monoton şi răsfirat.

Acesta este unul dintre motivele pentru care unii experţi consideră că se prea poate să fi existat multe alte Big Banguri, poate chiar miliarde şi miliarde, împrăştiate în atotputernica întindere a eternităţii, şi că motivul pentru care noi existăm tocmai în acesta e că el este unul în care noi am putut exista. Edward P. Tryon de la Universitatea Columbia spunea odată: „Ca răspuns la întrebarea de ce s-a întâmplat aşa, vă propun o explicaţie modestă, şi anume că Universul nostru este pur şi simplu unul dintre acele lucruri care se întâmplă la răstimpuri”. La care Guth adaugă: „Deşi crearea unui univers este destul de improbabilă, Tryon a subliniat faptul că nimeni nu a stat să numere încercările eşuate”.

Martin Rees, astronomul Casei Regale Britanice, consideră că există numeroase universuri, poate chiar un număr infinit, fiecare cu atributele sale specifice şi în combinaţii diferite, şi că noi trăim pur şi simplu într-unul care combină lucrurile într-un mod care ne permite nouă să existăm. El face o analogie cu un enorm magazin de îmbrăcăminte: „Dacă există un stoc enorm de haine, nu eşti deloc surprins să găseşti un costum care să ţi se potrivească. Dacă există mai multe universuri şi fiecare este guvernat de un set diferit de numere, trebuie să existe unul în care se află un anumit set de numere compatibile cu viaţa. Şi în acela trăim noi”.

Rees susţine că există şase numere principale care guvernează universul nostru şi că, dacă oricare dintre aceste valori s-ar schimba fie şi numai foarte puţin, lucrurile nu ar mai putea fi aşa cum sunt. De exemplu, pentru ca universul să existe aşa cum este, e nevoie ca hidrogenul să se transforme în heliu într-o manieră precisă, dar de un rafinament totalmente comparabil – astfel încât să îşi transforme şapte miimi din masa sa în energie. Dacă am micşora foarte puţin această valoare – de la 0,007% la 0,006%, să zicem –, nu ar mai avea loc nicio transformare: universul ar fi compus din hidrogen şi nimic altceva. Dacă am creşte acea valoare cu foarte puţin – la 0,008% –, legarea ar atinge o prolificitate atât de frenetică, încât hidrogenul ar fi de mult epuizat. În oricare caz, la cea mai neînsemnată ciupeală din aceste numere, universul pe care îl ştim şi de care avem nevoie nu ar mai fi aici.

Ar trebui să spun că totul este aşa cum trebuie să fie – până acum. Pe termen lung însă, forţa gravitaţională s-ar putea dovedi un pic prea puternică; într-o bună zi, ar putea opri expansiunea universului şi l-ar putea face să se prăbuşească peste el însuşi, până când se autostriveşte şi ajunge din nou într-un alt punct de singularitate, poate chiar pentru a lua încă o dată întregul proces de la capăt.

Sau ar putea fi prea slabă, iar în acest caz universul şi-ar putea continua la infinit cursa, până când toate ar fi atât de departe unele de altele, încât materia n-ar mai avea nicio şansă să interacţioneze, iar universul ar deveni un loc extrem de spaţios, dar inert şi mort. A treia opţiune ar fi aceea că s-a nimerit perfect forţa gravitaţională – cosmologii folosesc sintagma „densitate critică” – şi că aceasta va ţine universul adunat la dimensiunile exacte, care să îi permită să îşi continue existenţa la infinit. În momentele lor de relaxare, cosmologii numesc acest lucru „efectul Goldilocks” – când totul este cum nu se poate mai potrivit. (Cu titlu informativ, aceste trei universuri posibile sunt cunoscute drept închis, deschis şi plat.)

Acum, întrebarea care ne-a trecut fiecăruia prin minte într-un moment sau altul este: ce s-ar întâmpla dacă am călători departe, până la marginea universului, şi acolo ne-am băga capul prin despicătura cortinei, cum se zice? Unde ar fi capul, dacă nu se mai află în univers? Ce am găsi dincolo? Spre dezamăgirea noastră, răspunsul este că nu vom putea ajunge niciodată la marginea universului. Şi aceasta nu pentru că ne-ar lua prea mult pentru a ajunge acolo – ceea ce este, evident, adevărat –, ci pentru că, chiar dacă am călători departe, tot mai departe, în linie dreaptă, cu îndârjire şi fără oprire, nu am ajunge niciodată la un hotar exterior. Ne-am întoarce în schimb de unde am pornit (moment în care este de presupus că n-am mai avea nicio tragere de inimă să reîncepem exerciţiul şi am renunţa). Iar motivul este că universul se curbează într-un fel pe care nouă ne este imposibil să ni-l imaginăm corect, în conformitate cu teoria relativităţii a lui Einstein (la care vom ajunge la momentul potrivit). Pentru moment, este suficient să ştim că nu plutim în derivă într-o oarecare bulă largă, aflată în infinită expansiune. În schimb, spaţiul se curbează într-un fel care îi permite să fie fără limite, dar finit. Nici măcar nu se poate spune, într-un sens strict, că spaţiul este în expansiune, deoarece, după cum remarcă

fizicianul Steven Weinberg, laureat al Premiului Nobel, „sistemele solare şi galaxiile nu sunt în expansiune, nici spaţiul însuşi nu se află în expansiune”. Mai degrabă, galaxiile se îndepărtează unele de altele în mare viteză. Este un fel de provocare a intuiţiei. Sau, aşa cum spune faimoasa observaţie a biologului J.B.S. Haldane: „Universul nu este doar mai ciudat decât presupunem noi, el este mai ciudat decât putem noi presupune”.

Pentru a explica curbarea spaţiului, se foloseşte de obicei următoarea analogie: să încercăm să ne imaginăm că aducem pe Pământ pe cineva dintr-un univers cu suprafeţe plate, care nu a văzut în viaţa lui o sferă. Indiferent cât de departe ar colinda pe suprafaţa planetei, nu va găsi niciodată o margine. S-ar putea ca, într-un târziu, să se întoarcă în punctul din care a plecat şi, fireşte, va fi de-a dreptul năucitor pentru el să încerce să explice cum de s-a putut întâmpla aşa ceva. Ei bine, poziţia noastră în spaţiu este aceeaşi cu a uluitului nostru locuitor al tărâmurilor plate, numai că pe noi ne consternează o dimensiune mai înaltă.

La fel cum nu există niciun loc pe care să-l poţi numi marginea universului, tot aşa nu există niciun loc în care să stai în centru şi să poţi spune: „De aici a început totul. Aici este centrul centrelor din care a pornit totul”. Cu toţii ne aflăm în centrul centrelor. De fapt, nu putem şti acest lucru cu certitudine, nu-l putem dovedi matematic. Oamenii de ştiinţă presupun pur şi simplu că nu ne putem afla cu adevărat în centrul universului – gândiţi-vă ce consecinţe ar avea aceasta –, dar că fenomenul trebuie să fie acelaşi pentru toţi observatorii din orice loc. Şi totuşi, nu ştim cu certitudine.

Pentru noi, universul se întinde numai până unde a călătorit lumina în miliardele de ani de când s-a format universul. Universul vizibil – universul pe care îl cunoaştem şi despre care putem vorbi – are un milion de milioane de milioane de milioane (adică

1.000.000.000.000.000.000.000.000) de mile în diametru. Dar, potrivit majorităţii teoriilor, universul, în vastitatea sa – metauniversul, aşa cum e numit uneori –, este cu mult mai încăpător. După cum afirmă Rees, numărul de ani-lumină până la marginea acestui univers extins, nevăzut ar trebui scris „nu cu zece zerouri, nici măcar cu o sută, ci cu milioane". Pe scurt, deja există mai mult spaţiu decât v-aţi putea imagina, chiar fără să vă mai daţi osteneala de a încerca să vă închipuiţi şi mai mult spaţiu dincolo de acesta.

Multă vreme, teoria Big Bangului a prezentat o inadvertenţă care a nemulţumit o mulţime de oameni – anume că nu oferea nici măcar un început de explicaţie a modului în care am ajuns noi aici. Deşi 98% din materia care există a fost creată odată cu Big Bangul, acea materie era alcătuită aproape exclusiv din gaze uşoare: heliul, hidrogenul şi litiul pe care le-am menţionat mai devreme. Nici măcar o particulă din elementele grele atât de necesare pentru însăşi existenţa noastră – carbon, azot, oxigen şi toate celelalte – nu s-a ivit din fermentul gazos al creaţiei. Dar – şi aici este marea întrebare –, pentru a crea aceste elemente grele, este nevoie de căldura şi de energia emanate de un Big Bang. Şi totuşi, a existat un singur Big Bang, iar acesta nu le-a produs. Şi atunci, de unde au apărut? Ca o ironie, omul care a găsit răspunsul la această întrebare a fost un cosmolog care a dispreţuit din tot sufletul ideea unei teorii a Big Bangului şi a născocit cu sarcasm sintagma „Big Bang", ca o modalitate de a-şi bate joc de ea.

O să ajungem şi la el imediat, dar înainte să ne oprim asupra întrebării cum am ajuns noi aici ar putea fi interesant să analizăm ce înseamnă mai exact „aici".

Capitolul 2

Bine aţi venit în sistemul solar

În zilele noastre, astronomii pot face lucruri dintre cele mai uluitoare. Dacă cineva ar aprinde un chibrit pe Lună, ei ar putea zări flacăra de pe Pământ. Pornind de la cele mai slabe pulsaţii şi devieri ale stelelor îndepărtate, ei pot deduce dimensiunile, caracterul, ba chiar şi şansele de a fi locuibile ale planetelor mult prea îndepărtate pentru a fi văzute – planete aflate la asemenea distanţe, încât ne-ar lua o jumătate de milion de ani ca să ajungem la ele într-o navă spaţială. Cu ajutorul telescoapelor radio, se pot surprinde urme de radiaţii atât de iraţional de mici, încât cantitatea totală de energie adunată din exteriorul sistemului solar de toate acestea la un loc, de când a început colectarea (în 1951), este „mai mică decât energia unui singur fulg de nea care atinge pământul”, după cum spunea Carl Sagan.

Pe scurt, în univers nu se petrece aproape nimic de care astronomii să nu afle dacă îşi propun acest lucru. De aceea, este cu atât mai remarcabil faptul că, până în 1978, nimeni nu remarcase vreodată că Pluto are o lună. În vara acelui an, un tânăr astronom, pe nume James Christy, făcea o examinare de rutină a imaginilor lui Pluto la Observatorul Marinei Statelor Unite din Flagstaff, Arizona, când a observat că se mai vedea ceva – ceva înceţoşat şi neclar, dar cu siguranţă distinct de Pluto. Consultându-se cu un coleg pe nume Robert Harrington, a ajuns la concluzia că ceea ce vedea el era sigur o lună. Şi nu orice fel de lună. Comparativ cu planeta, era cea mai mare lună din sistemul solar.

A fost o adevărată lovitură pentru statutul lui Pluto, ca planetă, care oricum nu fusese niciodată prea solid. Întrucât anterior spaţiul ocupat de lună şi spaţiul ocupat de Pluto erau considerate unul şi acelaşi, aceasta însemna că Pluto era mult mai mică decât se crezuse până atunci – chiar mai mică decât Mercur. Şi, într-adevăr, în sistemul

nostru solar există şapte luni mai mari decât ea, inclusiv a noastră.

O întrebare firească ar fi de ce ne-a luat atât de mult să descoperim o lună în sistemul nostru solar. Răspunsul este că, într-o oarecare măsură, depinde spre ce îşi îndreaptă astronomii instrumentele, pe de altă parte depinde de instrumente şi de ce anume au fost ele menite să descopere şi parţial este doar vina lui Pluto. Dar cel mai important este încotro îşi îndreaptă instrumentele. După cum spune astronomul Clark Chapman: „Majoritatea oamenilor îşi imaginează că astronomii se duc noaptea la lucru, merg la observatoare şi cercetează cerul. Nu este adevărat. Aproape toate telescoapele pe care le avem în lume sunt proiectate să urmărească porţiuni foarte mici de cer, aflate la mare depărtare, pentru a vedea un quasar sau pentru a vâna găurile negre ori a cerceta o galaxie îndepărtată. Singura reţea adevărată de telescoape care cercetează cerul este aceea proiectată şi întreţinută de armată".

Redările artistice ne-au delectat cu imagini de o claritate care nu există în astronomia reală. În fotografiile lui Christy, Pluto apare vag şi înceţoşat – o minusculă scamă cosmică –, iar luna lui nu este deloc o orbită-tovarăşă, într-o contralumină romantică şi cu contururi fragile, aşa cum o prezintă o imagine din National Geographic, ci mai mult un fel de impresie minusculă şi extrem de informă ce se adaugă masei de ceaţă. De altfel, ceaţa era atât de compactă, încât abia după alţi şapte ani cineva a reuşit să observe din nou luna, astfel încât existenţa ei să fie confirmată independent.

Un detaliu interesant legat de descoperirea lui Christy este acela că s-a întâmplat la Flagstaff, adică exact acolo unde a fost descoperit pentru prima oară şi Pluto, în 1930. Acest eveniment fructuos din astronomie a fost în bună parte considerat meritul astronomului Percival Lowell. Lowell, care provenea dintr-o veche şi înstărită familie din

Boston (menţionată în faimosul cântecel[2] despre bătrânul Boston, paradis al fasolei şi al batogului, unde familia Lowell vorbeşte doar cu cei din familia Cabot, iar familia Cabot vorbeşte numai cu Dumnezeu), a dotat faimosul observator care îi poartă numele, dar este cu adevărat renumit pentru convingerea sa că Marte e acoperit cu canale construite de marţieni sârguincioşi, în scopul de a aduce apă din regiunile polare către pământurile uscate, dar productive din apropierea ecuatorului.

O altă convingere de nestrămutat a lui Lowell era aceea că undeva, dincolo de Neptun, există o a noua planetă, nedescoperită încă, aşa-numita planetă X. Convingerea lui Lowell se baza pe neregularităţile pe care le-a descoperit în orbitele lui Uranus şi Neptun. El şi-a dedicat ultimii ani din viaţă încercării de a descoperi proeminentul gigant gazos despre care era convins că se află acolo undeva. Din nefericire, a murit subit, în 1916, parţial din cauza epuizării la care l-a supus căutarea, iar cercetările sale au căzut în uitare, în vreme ce moştenitorii săi se ciorovăiau pentru avere. Însă în 1929, parţial pentru a distrage atenţia de la saga canalelor de pe Marte (care de acum devenise de-a dreptul stânjenitoare), directorii de la Observatorul Lowell au decis să reia cercetările şi, în acest scop, au angajat un tânăr din Kansas pe nume Clyde Tombaugh.

Clyde Tombaugh nu avea pregătire academică de astronom, dar era dotat cu o minte ascuţită şi cu multă sârguinţă, aşa că, după un an de cercetări perseverente, a reuşit cumva să-l zărească pe Pluto, un punct vag de lumină pe un firmament scânteietor. A fost o descoperire miraculoasă, cu atât mai uluitoare cu cât observaţiile pe baza cărora Lowell a prezis existenţa unei planete dincolo de Neptun s-au dovedit a fi în mare măsură eronate. Tombaugh a observat imediat că noua planetă nu semăna deloc cu globul masiv de gaz pe care îl prezisese Lowell – dar toate rezervele în legătură cu natura noii planete au

fost curând alungate în delirul care înconjura orice ştire de senzaţie în acele vremuri în care spiritele se înflăcărau cu repeziciune. Aceasta era prima planetă descoperită de americani şi nimeni nu avea să se lase dezumflat de faptul că nu era decât un punct rece şi îndepărtat. A fost numită Pluto cel puţin în parte pentru că primele două litere erau iniţialele lui Lowell. Postum, Lowell a fost aclamat pretutindeni ca un geniu de primă mărime, iar Tombaugh a fost în mare parte uitat, cu excepţia astronomilor care înclină să-l respecte.

Unii astronomi continuă încă să creadă că ar putea exista undeva, acolo, o Planetă X – un adevărat gigant, poate de zece ori mai mare decât Jupiter, dar atât de departe, încât este invizibilă pentru noi. (Ar însemna că primeşte atât de puţină lumină solară, încât nu are cum s-o reflecte.) Problema e că nu poate fi o planetă convenţională, precum Jupiter sau Saturn – este mult prea îndepărtată, vorbim aici poate chiar de 4,5 mii de miliarde de mile –, ci un fel de soare care a eşuat. Majoritatea sistemelor stelare din cosmos sunt binare (cu stele duble), motiv pentru care soarele nostru solitar este oarecum o ciudăţenie.

Cât despre Pluto, nimeni nu ştie sigur cât de mare este, din ce e alcătuit sau ce fel de atmosferă are, nici măcar ce este el cu adevărat. O mulţime de astronomi cred chiar că nici nu este o planetă, ci doar cel mai mare obiect descoperit până acum într-o zonă de materie planetară cunoscută sub numele de Centura Kuiper. Centura Kuiper a fost demonstrată teoretic de un astronom pe nume F.C. Leonard, în anul 1930, dar numele ei îl omagiază pe Gerard Kuiper, un olandez care a lucrat în America şi care a emis această idee. Centura Kuiper este sursa acelor comete scurt-periodice – cele cu care ne intersectăm destul de regulat –, dintre care cea mai faimoasă este cometa Halley. Cometele lung-periodice, ceva mai retrase (printre care se află vizitatorii recenţi Hale-Bopp şi Hyakutake), provin din mult mai îndepărtatul nor Oort.

Este un fapt absolut cert că Pluto nu se comportă asemănător celorlalte planete. Nu numai că este pipernicită şi întunecată, dar mişcările sale sunt atât de variabile, încât nimeni nu poate prezice cu exactitate unde se va afla Pluto peste un secol. În vreme ce alte planete orbitează mai mult sau mai puţin în acelaşi plan, orbita lui Pluto este curbată (ca să zicem aşa) într-o înclinaţie de 17o deasupra planului elipticii, precum borul unei pălării trase şmechereşte într-o parte. Orbita sa este atât de excentrică, încât, pe perioade lungi, în fiecare dintre periplele sale solitare în jurul Soarelui este mai aproape de noi decât Neptun. În cea mai mare parte a anilor 1980 şi 1990, Neptun a fost de fapt cea mai îndepărtată planetă din sistemul solar şi abia la 11 februarie 1999 Pluto s-a întors pe traiectoria exterioară, unde va rămâne în următorii două sute douăzeci şi opt de ani.

Deci, dacă Pluto este cu adevărat o planetă, atunci cu siguranţă este o planetă ciudată. Este minusculă: are un sfert dintr-un procent din masa Pământului. Dacă o aduci deasupra Statelor Unite, nu acoperă nici jumătate din cele patruzeci şi opt de state grupate. Acest fapt în sine este o anomalie; ar însemna că sistemul nostru planetar este format din patru planete terestre la interior, patru planete gigantice gazoase la exterior şi un minuscul bulgăre de gheaţă solitar. Mai mult, avem toate motivele să presupunem că în curând am putea începe să descoperim alte sfere îngheţate, chiar mai mari, în aceeaşi porţiune a spaţiului. Şi atunci chiar vom avea probleme. După ce Christy a descoperit luna lui Pluto, astronomii au început să cerceteze mai atent acea secţiune a cosmosului şi, încă din decembrie 2002, descoperiseră alte peste şase sute de Obiecte Transneptuniene, planete mici sau Plutinos, cum mai sunt ele numite. Unul dintre acestea, aşa-numitul Varuna, este aproape la fel de mare ca luna lui Pluto. Astronomii cred acum că ar putea exista miliarde de astfel de obiecte. Sunt dificil de observat, pentru că majoritatea

sunt extrem de întunecate. În general, au un albedo, sau capacitate de reflexie, de numai 4%, cam cât o bucată de cărbune – şi evident că aceste bucăţi de cărbune se află la o distanţă de peste şase miliarde de kilometri.

Şi cam cât de departe înseamnă asta? Este aproape dincolo de puterea imaginaţiei. Vedeţi dumneavoastră, spaţiul este enorm, pur şi simplu enorm. Ca să ne edificăm şi ca să ne amuzăm, haideţi să ne imaginăm că ne pregătim să plecăm într-o călătorie cu o rachetă spaţială. N-o să mergem foarte departe – doar până la marginea sistemului nostru solar, dar trebuie să ne facem o idee mai clară despre cât de mare este spaţiul şi cât de mică este partea pe care o ocupăm noi în el.

Şi acum vine vestea proastă: mă tem că nu vom ajunge înapoi la timp pentru cină. Chiar şi la viteza luminii (300.000 de kilometri pe secundă), ne-ar lua şapte ore să ajungem la Pluto. Dar, fireşte, noi nu putem călători nici măcar cu o viteză apropiată de aceasta. Va trebui să călătorim cu viteza unei nave spaţiale şi asta ne va încetini destul de mult. Cele mai mari viteze atinse până acum de obiecte create de om sunt cele ale sondelor spaţiale Voyager 1 şi 2, care în prezent se îndepărtează de noi cu aproximativ 56.000 de kilometri pe oră.

Motivul pentru care sondele Voyager au fost lansate (în august şi septembrie 1977) a fost acela că Jupiter, Saturn, Uranus şi Neptun erau aliniate aşa cum se întâmplă numai o dată la o sută şaptezeci şi cinci de ani. Aceasta a permis celor două sonde Voyager să folosească o tehnică „asistată de gravitaţie”, prin care navetele erau împinse succesiv de la un gigant gazos la altul, într-un fel de versiune cosmică a pocnitului din bici. Chiar şi aşa, au avut nevoie de nouă ani pentru a ajunge la Uranus şi de vreo doisprezece pentru a traversa orbita lui Pluto. Vestea bună este aceea că, dacă aşteptăm până în ianuarie 2006 (când este programată să plece către Pluto nava New Horizons, lansată de NASA)

vom beneficia de o poziţionare favorabilă a planetelor joviene, plus de câţiva paşi tehnologici înainte, şi vom ajunge acolo în numai un deceniu sau pe aproape – deşi mă tem că ne va lua mult mai mult să ne întoarcem acasă. În orice caz, va fi o călătorie lungă.

Primul lucru pe care îl veţi observa, probabil, este acela că spaţiul este foarte inspirat denumit şi decepţionant de sărac în evenimente. Chiar dacă sistemul nostru solar ar putea fi cel mai animat lucru pe o distanţă de mii şi mii de miliarde de kilometri, toate elementele vizibile din el – Soarele, planetele şi lunile lor, cele circa un miliard de roci căzătoare din centura de asteroizi, cometele şi tot praful plutitor – ocupă mai puţin de a mia milioana parte din spaţiul disponibil. De asemenea, s-ar putea să vă daţi seama foarte repede că niciuna dintre hărţile sistemului solar pe care le-aţi văzut vreodată nu a fost alcătuită nici pe departe la o scară adecvată. Majoritatea hărţilor din sălile de clasă arată planetele înşirându-se una după cealaltă, la intervale oarecum învecinate – astfel încât giganţii exteriori aruncă o umbră asupra următoarei planete, după cum apare în numeroase ilustraţii –, dar aceasta este o înşelătorie necesară pentru a le putea include pe toate pe aceeaşi coală de hârtie. În realitate, Neptun nu este doar puţin mai încolo de Jupiter, ci este mult dincolo de Jupiter – de cinci ori mai departe de Jupiter decât Jupiter faţă de noi, atât de departe, încât primeşte numai 3% din lumina solară pe care o recepţionează Jupiter.

Distanţele sunt în aşa fel distribuite, încât, în realitate, este practic imposibil să trasăm o hartă a sistemului solar la o scară realistă. Chiar dacă aţi adăuga o mulţime de pagini extensibile în cărţile dumneavoastră sau aţi folosi un panou foarte lung, nu aţi ajunge nici măcar aproape de realitate. Pe o diagramă a sistemului solar trasată la o scară realistă, în care dimensiunile Pământului au fost reduse aproximativ la cele ale unei boabe de mazăre, Jupiter ar trebui să fie la cel puţin trei sute de metri

depărtare, iar Pluto ar trebui să se afle la o distanţă de doi kilometri şi jumătate (şi cam de dimensiunile unei bacterii, astfel încât oricum nu aţi putea să o vedeţi). Folosind aceeaşi scară, Proxima Centauri, cea mai apropiată stea, ar fi la şaisprezece mii de kilometri depărtare. Şi chiar dacă aţi restrânge totul în aşa fel încât Jupiter să aibă dimensiunile punctului de la sfârşitul acestei fraze, iar Pluto nu ar depăşi dimensiunile unei molecule, ea tot ar trebui să fie la zece metri distanţă.

Aşadar, sistemul solar este cu adevărat enorm. Dacă am ajunge la Pluto, am fi atât de departe de Soare – dragul nostru soare cald, cu raze care bronzează şi dătător de viaţă –, încât acesta ar avea dimensiunile unei gămălii de ac. Ar fi un pic mai mare decât o stea strălucitoare. În acest vid singuratic, începi să înţelegi de ce nişte obiecte de maximă importanţă – de exemplu, luna lui Pluto – au scăpat atenţiei noastre. În această privinţă, cazul lui Pluto nu a fost nici pe departe singular. Până la expediţiile navetelor Voyager, se credea că Neptun are două luni; Voyager a descoperit alte şase. Pe când eram eu copil, se credea că sistemul solar are treizeci de luni. Acum, totalul a ajuns la cel puţin nouăzeci şi cam o treime dintre ele au fost descoperite numai în ultimii zece ani. Evident că ceea ce trebuie să ne amintim atunci când ne gândim la univers în ansamblu este că nu ştim nici măcar ce se află în sistemul nostru solar.

Un alt lucru pe care îl veţi remarca trecând pe lângă Pluto va fi faptul că vom trece în mare viteză pe lângă Pluto. Dacă verificaţi itinerarul, veţi observa că este o călătorie până la marginea sistemului nostru solar, dar mă tem că nu am ajuns încă acolo. Chiar dacă Pluto este ultimul obiect marcat pe diagramele din sălile de clasă, sistemul nu se sfârşeşte acolo. De fapt, nu suntem nici măcar aproape de marginea lui. Nu putem ajunge la marginea sistemului solar dacă nu am trecut prin norul Oort, o vastă zonă celestă de comete plutind în derivă, şi nu

putem ajunge la norul Oort – îmi pare rău pentru această veste – în mai puţin de zece mii de ani. Departe de a marca limita exterioară a sistemului solar, după cum arată cu atâta infatuare acele hărţi şcolăreşti, Pluto marchează doar a cincizeci de mia parte din drum.

Fireşte că nu se întrevede nicăieri o asemenea călătorie, de vreme ce un drum de 386.000 de kilometri până la Lună încă reprezintă pentru noi o mare încercare. O misiune pe Marte cu oameni la bord, cerută de primul preşedinte Bush într-un moment de frivolitate pasageră, a fost făcută uitată atunci când cineva a estimat că ar costa 450 de miliarde de dolari şi foarte probabil ar duce la moartea întregului echipaj (ADN-ul lor ar fi făcut praf de particulele solare de înaltă energie de care nu pot fi protejaţi).

Bazându-ne pe ceea ce cunoaştem în prezent şi pe ceea ce ne putem imagina în limite rezonabile, nu există absolut nicio şansă ca o fiinţă umană să ajungă vreodată la marginea sistemului nostru solar – absolut niciodată. Pur şi simplu, este prea departe. În stadiul actual, chiar folosind telescopul Hubble, nu putem vedea ce se găseşte în norul Oort, aşadar, nu ştim cu exactitate nici măcar dacă există. Existenţa sa este probabilă, dar complet ipotetică[3].

Cam tot ceea ce putem spune cu certitudine despre Norul Oort este că începe undeva dincolo de Pluto şi se întinde cam doi ani-lumină în cosmos. Unitatea de măsură de bază în sistemul solar este Unitatea Astronomică sau UA, care reprezintă distanţa de la Soare la Pământ. Pluto este la circa 40 UA de noi, iar centrul Norului Oort este la circa 50.000 UA. Într-un cuvânt, este departe.

Dar să ne imaginăm în continuare că am ajuns până la Norul Oort. Primul lucru pe care s-ar putea să-l observaţi ar fi liniştea din jur. De acum, suntem foarte departe de orice loc cunoscut – atât de departe de Soarele nostru, încât acesta nu mai este nici măcar cea mai strălucitoare stea de pe cer. Este remarcabil faptul că acea minusculă

sclipire îndepărtată are suficientă forţă gravitaţională pentru a ţine toate aceste comete pe orbită. Legătura nu este foarte puternică, astfel încât cometele plutesc maiestuos, mişcându-se cu numai circa 355 de kilometri pe oră. Din când în când, una dintre aceste comete singuratice este înghiontită de pe orbita sa normală de vreo uşoară tulburare a forţei gravitaţionale – probabil, o stea trecătoare. Uneori, acestea sunt aruncate în golul spaţiului pentru a nu mai fi văzute niciodată, dar alteori cad pe o lungă orbită în jurul Soarelui. În jur de trei sau patru astfel de comete, cunoscute drept comete cu perioadă lungă, trec în fiecare an prin sistemul solar interior. Ocazional, aceşti vizitatori solitari se izbesc de ceva solid, cum ar fi Pământul. De aceea am apărut noi acum, aici, pentru că această cometă pe care am venit să o vedem tocmai şi-a început o lungă cădere către centrul sistemului solar. Şi, dintre toate locurile, a ales să se îndrepte către Manson, Iowa. Îi va lua multă vreme să ajungă acolo – cel puţin trei sau patru milioane de ani –, aşa că, pentru moment, o s-o lăsăm în pace şi ne vom întoarce mai târziu la ea, într-un moment mai îndepărtat al poveştii noastre.

Aşadar, acesta este sistemul nostru solar. Ce altceva mai există în spaţiu, dincolo de sistemul solar? Păi, multe şi nimic, depinde cum priveşti lucrurile.

Pe termen scurt, nu există nimic. Vidul perfect creat vreodată de oameni nu este nici pe departe la fel de gol precum nimicul din spaţiul interstelar. Şi, până ajungi la următoarea bucăţică de ceva, întâlneşti o mulţime din acest nimic. Cel mai apropiat vecin al nostru din cosmos, Proxima Centauri, care face parte din ciorchinele de trei stele – sistemul triplu – cunoscut sub numele de Alpha Centauri, se află la 4,3 ani-lumină distanţă, un pas de domnişoară în termeni galactici, dar de o sută de milioane de ori mai departe decât un drum până la Lună. Ar fi nevoie de cel puţin 25.000 de ani pentru a ajunge acolo cu o navă

spaţială şi, chiar dacă aţi întreprinde călătoria, tot v-aţi afla într-un nicăieri – o grupare singuratică de stele în mijlocul unui vast nicăieri. Ar mai fi nevoie de încă 4,6 ani-lumină pentru a ajunge la următorul punct important, Sirius. Şi tot aşa ar merge lucrurile dacă aţi încerca să vă croiţi drum prin cosmos trecând de la o stea la alta. Numai pentru a ajunge în centrul galaxiei noastre ar fi nevoie de mult mai mult timp decât cel scurs de când existăm noi, ca fiinţe.

Permiteţi-mi să repet: spaţiul este enorm. În spaţiu, distanţa medie dintre stele este mai mare de treizeci de milioane de milioane de kilometri. Chiar şi la viteze apropiate de viteza luminii, aceste distanţe ar reprezenta o problemă fantastică pentru orice individ dornic de călătorie. Fireşte, este posibil ca fiinţe extraterestre să călătorească miliarde de kilometri numai ca să se distreze, făcând cercuri în lanurile din Wiltshire sau speriind de moarte vreun amărât aflat într-o camionetă pe un drum singuratic din Arizona (la urma urmelor, trebuie să aibă şi ei adolescenţi), dar pare prea puţin probabil.

Cu toate acestea, statistic vorbind, probabilitatea este destul de mare să existe şi alte fiinţe raţionale pe undeva, prin spaţiu. Nimeni nu ştie câte stele sunt în Calea Lactee – estimările mergând de la o sută de miliarde până chiar la patru sute de miliarde –, iar Calea Lactee este numai una dintre cele o sută patruzeci de miliarde de alte galaxii, între care unele chiar mai mari decât a noastră. În anii 1960, un profesor de la Cornell, pe nume Frank Drake, surescitat de aceste numere inflaţioniste, a inventat o faimoasă ecuaţie menită a calcula şansele de existenţă a unor forme de viaţă avansate în univers, pe baza unei serii de probabilităţi descrescătoare.

În ecuaţia lui Drake, împarţi numărul de stele dintr-o porţiune selectată a universului la numărul de stele care ar putea avea sisteme planetare; acel număr se împarte la numărul de sisteme planetare care, în mod teoretic, ar putea întreţine viaţa; acest număr se împarte la numărul

celor pe care, după ce a apărut, viaţa avansează către o stare de inteligenţă; şi tot aşa. La fiecare împărţire, numărul se micşorează colosal, dar, chiar dacă introducem cele mai conservatoare estimări, numărul de civilizaţii avansate, numai din Calea Lactee, ajunge întotdeauna de ordinul milioanelor.

Iată un gând cu adevărat interesant şi provocator. Noi am putea fi numai una dintre milioanele de civilizaţii avansate. Din nefericire însă, pentru că spaţiul este atât de spaţios, distanţa medie dintre două civilizaţii este estimată la cel puţin două sute de ani-lumină, iar aceasta înseamnă mult mai mult decât am putea crede noi atunci când pronunţăm această cifră. Pentru început, înseamnă că, chiar dacă aceste fiinţe ştiu de existenţa noastră şi pot în vreun fel să ne observe cu telescoapele lor, ele văd de fapt lumina care a plecat de la Pământ acum două sute de ani. Aşadar, nu ne văd pe mine şi pe dumneavoastră. Ei urmăresc Revoluţia Franceză, pe Thomas Jefferson şi oameni purtând ciorapi de mătase şi peruci pudrate – oameni care nu ştiu ce este un atom sau o genă şi care produc electricitatea frecând o fărâmă de chihlimbar de o bucată de material şi încă sunt convinşi că asta e o mare găselniţă. Orice mesaj pe care l-am primi de la aceşti observatori ar începe probabil cu „Stimate domn” şi ne-ar felicita pentru frumuseţea cailor noştri şi pentru cât de bine ştim să obţinem uleiul de balenă. Două sute de ani-lumină este o distanţă atât de mare pentru noi, încât pur şi simplu ne depăşeşte.

Prin urmare, chiar dacă nu suntem cu adevărat singuri, suntem ca şi singuri. Carl Sagan a calculat că numărul de planete probabile din univers ar putea fi până la zece miliarde de mii de miliarde – un număr ce depăşeşte cu mult orice imaginaţie. Dar la fel de departe de ceea ce ne-am putea imagina se află dimensiunile spaţiului în care sunt dispersate aceste planete. Sagan scria: „Dacă aţi fi aruncat la întâmplare în univers, şansele să vă aflaţi pe sau

aproape de o planetă ar fi mai mici de una la un miliard de mii de miliarde de mii de miliarde (asta înseamnă 1033 sau 1 urmat de 33 de zerouri). Lumile sunt preţioase".

Poate de aceea e o veste bună pentru noi faptul că, în februarie 1999, Uniunea Astronomică Internaţională a declarat oficial că Pluto este o planetă[4]. Universul e mare şi singuratic; prin urmare, ne bucurăm de toţi vecinii pe care îi putem descoperi.

Capitolul 3

Universul reverendului Evans

Atunci când cerul este senin şi Luna nu e prea strălucitoare, reverendul Robert Evans, un bărbat tăcut şi vesel, târăşte un telescop voluminos pe terasa din spate a casei sale din Munţii Albaştri din Australia, la circa optzeci de kilometri vest de Sydney, şi face un lucru extraordinar. Caută departe în trecut pentru a găsi stele muribunde.

Evident că partea uşoară este căutarea în trecut. Dacă te uiţi noaptea pe cer, ceea ce vezi este curată istorie, şi încă foarte multă. Nu vezi stelele aşa cum sunt acum, ci aşa cum erau atunci când lumina lor a plecat de la ele. Din câte ştim noi, Steaua Polară, tovarăşul nostru credincios, s-ar putea foarte bine să se fi stins în ianuarie trecut, în 1854 sau în orice moment din secolul al XIV-lea încoace, iar vestea aceasta pur şi simplu nu a ajuns încă la noi. Cel mai sigur lucru pe care îl putem spune – şi pe care îl vom putea spune vreodată – este că era încă vie cu şase sute optzeci de ani în urmă. Stelele mor tot timpul. Ceea ce îi reuşeşte lui Bob Evans cel mai bine este să localizeze aceste momente de despărţire celestă.

Ziua, Evans este un pastor blând, acum aproape de pensie, în Biserica Unită din Australia, care se îndeletniceşte cu activităţi de suplinire şi cercetare a

istoriei mişcărilor religioase din secolul al XIX-lea. Dar noaptea este, în felul său nepretenţios, un titan al cerurilor. El vânează supernove.

O supernovă apare atunci când o stea gigantică, mult mai mare decât Soarele nostru, intră în colaps şi apoi explodează spectaculos, degajând într-o clipă energia a o sută de miliarde de sori, şi, o vreme, arde mai strălucitor decât toate stelele din galaxia sa. „Este ca şi cum ar exploda deodată o mie de miliarde de bombe cu hidrogen”, spune Evans. Dacă ar apărea o supernovă la mai puţin de cinci sute de ani-lumină de noi, am dispărea complet, în opinia lui Evans – „Ne-ar strica jucăria”, după cum se exprimă el cu umor. Dar universul este atât de vast, încât, în mod normal, supernovele se nasc mult prea departe de noi ca să ne dăuneze în vreun fel. Mai mult chiar, majoritatea sunt atât de inimaginabil de depărtate, încât lumina lor ajunge la noi doar sub forma unei licăriri slabe. În intervalul de aproximativ o lună în care sunt vizibile, singurul lucru care le distinge de celelalte stele de pe cer este acela că ocupă un loc în spaţiu, care mai înainte nu era ocupat. Iar reverendul Evans descoperă tocmai aceste piercing-uri anormale şi foarte rare pe bolta aglomerată a cerului de noapte.

Pentru a înţelege cu ce ispravă extraordinară avem de-a face, imaginaţi-vă o masă lungă, acoperită cu o faţă de masă neagră, peste care împrăştiaţi la întâmplare un praf de sare. Granulele împrăştiate pot fi considerate o galaxie. În continuare, imaginaţi-vă încă o mie cinci sute de mese la fel ca prima, care să formeze o linie lungă de trei kilometri şi jumătate – şi pe fiecare aţi împrăştiat un praf de sare la nimereală. Acum, pe oricare dintre mese, mai adăugaţi încă un grăunte de sare şi lăsaţi-l pe Bob Evans să se plimbe printre ele. Dintr-o privire, va descoperi grăuntele în plus. Acel grăunte de sare este o supernovă.

Talentul lui Evans este atât de excepţional, încât Oliver Sacks, în lucrarea sa An Anthropologist on Mars (Un

antropolog pe Marte), îi dedică un pasaj în capitolul despre savanţii autişti – adăugând însă imediat că „nu încearcă deloc să sugereze că acesta ar fi autist”. Evans nu s-a întâlnit niciodată cu Sacks şi se distrează pe seama ideii că ar putea fi ori savant, ori autist, dar nu este capabil să explice exact de unde provine acest talent al său.

— Se pare că am pur şi simplu talentul de a memora hărţile stelare, mi-a spus el, cu o privire deschisă, ce parcă îşi cerea scuze, atunci când le-am făcut o vizită lui şi soţiei sale Elaine, în bungaloul lor, desprins parcă dintr-un album de ilustraţii şi aflat la o margine liniştită a satului Hazelbrook, acolo unde în sfârşit se termină Sydney-ul şi începe nesfârşitul deşert australian. La alte lucruri nu mă prea pricep, adaugă el. Nu prea îmi amintesc numele.

— Sau pe unde îşi lasă lucrurile! strigă Elaine din bucătărie.

El aprobă onest şi zâmbitor din cap şi mă întreabă dacă aş vrea să-i văd telescopul. Îmi imaginasem că Evans ar trebui să aibă un adevărat observator în curtea din spate – o versiune la scară redusă a celui de pe Muntele Wilson sau de la Palomar, cu un acoperiş glisant în formă de cupolă şi un scaun mecanic pe care e o plăcere să-l manevrezi. În realitate, m-a condus nu afară, ci într-o magazie aglomerată din spatele bucătăriei, în care îşi ţinea cărţile şi lucrările şi unde telescopul său – un cilindru alb cam de forma şi mărimea unui boiler de apă caldă – se odihneşte pe un suport de placaj pivotant, făcut de mână. Când vrea să cerceteze cerul, îl cară, în două drumuri, pe o terasă din faţa bucătăriei. Între prelungirea acoperişului şi vârfurile bogate ale eucalipţilor ce cresc în josul pantei, are o vedere către cer cât deschizătura unei cutii de scrisori, dar el spune că este mai mult decât suficientă pentru scopurile sale. Şi de acolo, când cerul este senin, iar Luna nu e prea strălucitoare, îşi găseşte supernovele.

Termenul „supernovă” a fost inventat în anii 1930 de un astrofizician memorabil prin ciudăţeniile sale, pe nume Fritz Zwicky. Născut în Bulgaria şi crescut în Elveţia, Zwicky a ajuns la Institutul Tehnologic din California în anii 1920, iar aici s-a remarcat imediat prin personalitatea dificilă şi prin talentele sale schimbătoare. Nu părea extraordinar de deştept şi mulţi colegi îl tratau aproape ca pe „un bufon enervant”. Un fanatic al exerciţiului fizic, de multe ori se arunca pe podeaua din sala de mese a institutului sau din vreun alt loc public şi făcea flotări într-o singură mână pentru a-şi demonstra virilitatea în faţa oricui ar fi fost înclinat să se îndoiască de ea. Era recunoscut pentru agresivitate, iar la un moment dat comportamentul lui a devenit atât de intimidant, încât cel mai apropiat colaborator al său, un om blând, pe nume Walter Baade, a refuzat să fie lăsat singur cu el. Printre altele, Zwicky l-a acuzat pe Baade, care era de origine germană, că ar fi nazist, ceea ce nu era adevărat. Cel puţin o dată, Zwicky a ameninţat că îl omoară pe Baade, care lucra sus, pe dealul de la Observatorul de pe Muntele Wilson, dacă îl vede în campusul de la institut.

Dar Zwicky era capabil şi de idei de-a dreptul strălucite. La începutul anilor 1930, şi-a îndreptat atenţia către o problemă care îi preocupase îndelung pe astronomi: apariţia ocazională pe cer a unor puncte de lumină inexplicabile, stele noi. Fără nicio bază, el s-a întrebat dacă neutronul – particula subatomică recent descoperită în Anglia de James Chadwick şi care era prin urmare o noutate la modă – nu s-ar putea afla cumva la originea acestor fenomene. I-a trecut prin minte că, dacă o stea ar intra în colaps, atingând o densitate asemănătoare cu cele din nucleul atomilor, rezultatul ar fi un nucleu inimaginabil de compact. Atomii s-ar strivi literalmente unii de alţii, iar electronii lor ar fi forţaţi să intre în nucleu, formând neutroni. Şi atunci am avea o stea neutronică. Imaginaţi-vă un milion de proiectile de tun foarte grele, strânse unele

într-altele până la dimensiunea unei bile de sticlă pentru copii – şi tot nu sunteţi nici măcar pe aproape. Nucleul unei stele neutronice este atât de dens, încât o linguriţă de materie din el ar cântări nouăzeci de miliarde de kilograme. Doar o linguriţă! Dar acolo erau mai multe. Zwicky şi-a dat seama că, în urma colapsului unei asemenea stele, ar rezulta o cantitate enormă de energie suplimentară – suficientă pentru a produce cea mai mare explozie din univers. El a numit aceste explozii supernove. Acestea ar reprezenta – şi chiar sunt – cele mai spectaculoase evenimente ale creaţiei.

La 15 ianuarie 1934, revista Physical Review a publicat un rezumat foarte concis al unei prezentări susţinute de Zwicky şi Baade, cu o lună înainte, la Universitatea Stanford. În ciuda conciziei sale extreme – un paragraf de douăzeci şi patru de rânduri –, rezumatul reprezenta un volum enorm de informaţii ştiinţifice noi: oferea prima referire la supernove şi la stelele neutronice; explica în mod convingător modul lor de formare; şi, în concluzie, ca un bonus, lega exploziile supernovelor de producerea unui nou fenomen misterios numit raze cosmice, care fuseseră de curând descoperite în univers. Aceste idei erau cel puţin revoluţionare. Existenţa stelelor neutronice a putut fi confirmată abia treizeci şi patru de ani mai târziu. Noţiunea de raze cosmice, deşi este considerată plauzibilă, nu a putut fi încă verificată. Luat în ansamblu, rezumatul reprezenta, în cuvintele astrofizicianului Kip S. Thorne, de la Institutul din California, „unul dintre cele mai vizionare documente din istoria fizicii şi a astronomiei”.

Interesant este faptul că Zwicky aproape că nu înţelegea deloc cauza acestor fenomene. În opinia lui Thorne, „el nu înţelegea suficient de bine legile fizicii pentru a fi capabil să îşi fundamenteze ideile”. Zwicky avea talentul de a propune marile idei. Rămânea în seama celorlalţi – în principal a lui Baade – să le demonstreze matematic.

Tot Zwicky a fost primul care şi-a dat seama că în univers nu există nici pe departe o masă suficientă de materie vizibilă pentru a menţine coeziunea galaxiilor şi că trebuie să acţioneze un alt gen de influenţă gravitaţională – ceea ce acum numim materie întunecată. Unul dintre lucrurile pe care el nu le-a înţeles a fost acela că, dacă o stea neutronică s-ar restrânge suficient de mult, ar deveni atât de densă, încât nici măcar lumina n-ar scăpa imensei sale atracţii gravitaţionale. Nu am avea decât o gaură neagră. Din nefericire, Zwicky era atât de dispreţuit de majoritatea colegilor, încât ideile sale nu au atras aproape deloc atenţia. Cinci ani mai târziu, când marele Robert Oppenheimer şi-a îndreptat atenţia către stelele neutronice, într-o lucrare de referinţă, nu a făcut nici măcar o trimitere la lucrările lui Zwicky, chiar dacă acesta lucrase ani de-a rândul la aceeaşi problemă, într-un birou de la celălalt capăt al coridorului. Deducţiile lui Zwicky referitoare la materia întunecată nu aveau să atragă atenţia în mod serios vreme de încă patru decenii. Nu putem decât să presupunem că în acea perioadă a făcut o mulţime de flotări.

Atunci când ne îndreptăm privirea spre cer, în mod surprinzător, nu putem vedea decât o foarte mică parte a universului. De pe Pământ, nu sunt vizibile cu ochiul liber decât aproximativ şase mii de stele, iar numai circa două mii pot fi văzute dintr-un singur punct. Dacă foloseşti un binoclu, numărul de stele pe care le poţi vedea dintr-un punct se ridică la circa cincizeci de mii, iar dacă ai un minitelescop de numai cinci centimetri, ajungi până la trei sute de mii. Dacă ai la dispoziţie un telescop de patruzeci de centimetri, precum este cel pe care îl foloseşte Evans, începi să numeri galaxiile, nu doar stelele. De pe veranda lui, Evans aproximează că poate vedea între cincizeci de mii şi o sută de mii de galaxii, fiecare conţinând zeci de miliarde de stele. Fireşte, aceste numere impun respect,

dar chiar şi cu un inventar atât de bogat la dispoziţie, supernovele sunt extrem de rare. O stea poate fi aprinsă miliarde de ani, dar moare o singură dată, foarte repede şi numai câteva dintre aceste stele muribunde explodează. Majoritatea dispar pe tăcute, ca un foc de tabără la răsărit. Într-o galaxie obişnuită, care conţine o sută de miliarde de stele, o supernovă va apărea în medie o dată la fiecare două sau trei sute de ani. Prin urmare, căutarea unei supernove seamănă un pic cu a sta pe platforma de observare de pe Empire State Building cu un telescop şi a căuta prin ferestrele din Manhattan în speranţa de a găsi, de exemplu, o persoană care aprinde lumânările pe un tort aniversar.

De aceea, când un preot entuziast şi cu voce blajină a intrat în legătură cu comunitatea astronomică să întrebe dacă există hărţi viabile ale câmpurilor astrale pentru căutarea supernovelor, oamenii au crezut că era sărit de pe fix. La acel moment, Evans dispunea de un telescop de douăzeci şi cinci de centimetri – o dimensiune apreciabilă pentru un căutător în stele amator, dar departe de genul de echipament cu care se fac cercetări cosmologice serioase – şi se oferea să descopere unul dintre cele mai rare fenomene din univers. În întreaga istorie astronomică, înainte ca Evans să îşi înceapă căutările, în 1980, fuseseră descoperite mai puţin de şaizeci de supernove. (În momentul în care l-am vizitat eu, în august 2001, tocmai îşi înregistrase cea de-a treizeci şi patra descoperire vizuală; a treizeci şi cincea a urmat trei luni mai târziu, iar a treizeci şi şasea la începutul anului 2003.)

Dar Evans s-a bucurat de câteva avantaje. Majoritatea observatorilor, la fel ca majoritatea populaţiei în general, se află în emisfera nordică, prin urmare, mai ales la început, era aproape singur cu tot cerul la dispoziţie. De asemenea, dispunea de viteză şi de o memorie aproape de neînţeles. Telescoapele imense sunt greoaie, iar mare parte din timpul de folosire se pierde cu manevrarea lor, pentru a le

aduce în poziţia corectă. Evans îşi putea învârti micul lui telescop de patruzeci de centimetri ca un mitralior într-o luptă de bombardiere şi nu îi lua mai mult de câteva secunde pentru a cerceta un anumit punct de pe cer. În consecinţă, el putea să observe până la patru sute de galaxii într-o seară, în vreme ce un telescop imens, profesionist e norocos dacă vede cincizeci sau şaizeci.

În cea mai mare parte a timpului, căutarea supernovelor înseamnă să nu le găseşti. Între 1980 şi 1996, el a reuşit în medie câte două descoperiri pe an – o recompensă nu tocmai generoasă pentru sutele de nopţi de privit permanent. Odată, a descoperit trei în cincisprezece zile, dar altă dată au trecut şi trei ani fără să descopere nimic.

— Chiar şi faptul de a nu găsi nimic are o anumită valoare, mi-a spus el. Îi ajută pe cosmologi să calculeze viteza cu care evoluează galaxiile. Este una dintre acele rare situaţii în care absenţa dovezilor este o dovadă.

Pe o masă, lângă telescop, se aflau teancuri de hârtii şi fotografii importante pentru căutările lui şi mi-a arătat câteva dintre ele. Dacă v-aţi uitat vreodată prin publicaţiile de astronomie popularizată, şi sunt sigur că aţi făcut-o la un moment dat, probabil ştiţi că, în general, sunt pline de fotografii luminoase, frumos colorate ale unor nebuloase îndepărtate şi altele asemenea – nori luminaţi feeric de lumina celestă de o impresionantă şi delicată splendoare. Imaginile cu care lucrează Evans sunt departe de aşa ceva. Sunt doar fotografii alb-negru, neclare, cu mici puncte aureolate de strălucire. Una dintre cele pe care mi le-a arătat înfăţişa un roi de stele din care se zărea palid o scânteie neglijabilă, pe care abia am reuşit să o văd apropiindu-mi ochii de fotografie. Evans mi-a spus că era o stea dintr-o constelaţie numită Fornax, dintr-o galaxie cunoscută în astronomie drept NGC1365. (NGC este New General Catalogue – Noul Catalog General – în care sunt înregistrate aceste fenomene. Cândva, el avea forma unei cărţi voluminoase aflată pe un birou din Dublin; astăzi, se

înţelege de la sine, este o bază de date.) Vreme de 60 de milioane de ani, lumina de la spectaculoasa dispariţie a acestei stele a călătorit neîncetat prin spaţiu până într-o noapte de august 2001, când a ajuns pe pământ sub forma unei adieri de radiaţie, o slabă sclipire pe cerul nopţii. Şi, fireşte, cel care a observat-o a fost Robert Evans de pe dealul lui cu miros de eucalipt.

— Ideea că lumina călătoreşte milioane de ani prin spaţiu şi, exact în momentul în care ajunge pe Pământ, cineva priveşte tocmai porţiunea potrivită de cer şi o observă mie îmi aduce satisfacţie, spune Evans. Pur şi simplu mi se pare firesc ca un eveniment de o asemenea magnitudine să aibă martori.

Supernovele fac ceva mai mult decât să ne transmită un sentiment de uluire. Sunt de mai multe tipuri (unul dintre ele descoperit de Evans), iar dintre acestea, unul în mod special, cunoscut sub numele de supernova Ia, este important în astronomie, deoarece aceste supernove explodează întotdeauna în acelaşi fel, cu aceeaşi masă critică. Din acest motiv, pot fi folosite drept „lumânări-standard”[5] – un fel de cote de nivel în funcţie de care se măsoară strălucirea (şi, prin aceasta, distanţa relativă) a altor stele şi astfel se determină şi viteza de expansiune a universului.

În 1987, Saul Perlmutter, de la Laboratorul Lawrence Berkeley din California, avea nevoie de mai multe supernove Ia decât îi ofereau observările vizuale şi atunci a încercat să găsească o metodă mai sistematică de a le căuta. Perlmutter a născocit un sistem complicat, folosind computere sofisticate şi cipuri CCD – în realitate, camere digitale foarte bune. Astfel s-a automatizat vânătoarea de supernove. Acum telescoapele puteau face mii de fotografii şi lăsau calculatorul să detecteze punctele luminoase relevante care marcau explozia unei supernove. În cinci ani, folosind noua tehnică, Perlmutter şi colegii lui de la

Berkeley au descoperit patruzeci şi două de supernove. Acum chiar şi amatorii descoperă supernove folosind camerele CCD.

— Folosind camerele CCD, poţi să îndrepţi telescopul către cer şi apoi să te duci să te uiţi la televizor, a spus Evans cu o urmă de mâhnire. Au eliminat tot romantismul.

L-am întrebat dacă se simţea tentat să adopte noua tehnologie.

— A, nu! mi-a replicat el. Îmi place prea mult ce fac eu. Şi în plus – a arătat din cap spre fotografia cu cea mai recentă supernovă a sa şi a zâmbit –, tot îi întrec uneori.

Întrebarea care se naşte în mod firesc este următoarea: ce s-ar întâmpla dacă ar exploda o stea prin apropiere? Cel mai apropiat vecin stelar al nostru, după cum am văzut, este Alpha Centauri, la 4,3 ani-lumină depărtare. Îmi imaginasem că, dacă s-ar produce o explozie acolo, atunci am avea 4,3 ani în care să privim lumina acestui eveniment magnific traversând cerul, ca şi cum ar curge dintr-o uriaşă cutie răsturnată. Cum ar fi dacă am avea patru ani şi patru luni pentru a urmări cum o catastrofă inevitabilă se îndreaptă către noi, ştiind că, atunci când în sfârşit va ajunge aici, ne va lua efectiv pielea de pe oase? Oare oamenii s-ar mai duce la muncă? Oare fermierii ar mai cultiva câmpul? Oare ar mai distribui cineva produsele în magazine?

Câteva săptămâni mai târziu, când m-am întors în orăşelul din New Hampshire în care locuiesc, i-am pus aceste întrebări lui John Thorstensen, astronom la Colegiul Dartmouth.

— A, nu! mi-a spus el râzând. Vestea unui astfel de eveniment călătoreşte cu viteza luminii, dar la fel şi efectul lui distrugător, aşa că ai afla de el şi ai muri din cauza lui în aceeaşi secundă. Dar nu-ţi face griji, pentru că nu o să se întâmple.

Ca să fii omorât de suflul unei explozii de supernovă, mi-a explicat el, ar trebui să fii „ridicol de aproape” – probabil la mai puţin de zece ani-lumină ori chiar mai aproape. Pericolul l-ar reprezenta diferitele tipuri de radiaţii – raze cosmice şi altele asemenea. Acestea ar produce aurore fabuloase, perdele sclipitoare de lumină fantomatică umplând întregul cer. Şi acesta nu este un lucru bun. Tot ceea ce este suficient de puternic ca să declanşeze un asemenea spectacol ar putea foarte bine să distrugă magnetosfera, zona magnetică aflată mult deasupra Pământului care, în mod normal, ne protejează de razele ultraviolete şi de alte asalturi cosmice. În lipsa magnetosferei, oricine ar avea ghinionul să iasă la soare ar căpăta imediat aspectul, să zicem, al unei pizze uitate în cuptor.

Motivul pentru care putem fi aproape siguri că un astfel de eveniment nu va avea loc în colţul nostru de galaxie, spune Thorstensen, este acela că, mai întâi, este nevoie de un anume gen de stele pentru a produce o supernovă. O stea cu acest potenţial ar trebui să fie cel puţin de zece până la douăzeci de ori mai mare decât Soarele nostru, „or, nu există nici o stea cu dimensiunile cerute destul de aproape de noi. Universul, în mărinimia sa, este suficient de mare”. Cel mai apropiat candidat probabil, adaugă el, este Betelgeuse, care, prin izbucnirile sale diverse, ne sugerează de ani de zile că acolo se întâmplă ceva interesant, că există o instabilitate. Dar Betelgeuse se află la 50.000 de ani-lumină depărtare.

De-a lungul istoriei, nu s-au înregistrat decât vreo şase supernove suficient de apropiate pentru a fi vizibile cu ochiul liber. Una a fost suflul din 1054 care a creat Nebuloasa Crabului. Alta, din 1604, a făcut o stea să strălucească suficient de puternic pentru a fi vizibilă în timpul zilei vreme de trei săptămâni. Cea mai recentă a avut loc în 1987, când o supernovă a scânteiat într-o zonă a cosmosului cunoscută sub numele de Marele Nor al lui

Magellan, dar a fost prea puţin vizibilă, şi numai în emisfera sudică – aflându-se la o distanţă confortabilă de 169.000 de ani-lumină.

Supernovele sunt importante pentru noi şi sub un alt aspect, cu siguranţă foarte important. Fără ele, nu ne-am afla aici. Vă amintiţi de enigma cosmologică cu care ne-am încheiat primul capitol – anume că Big Bang a creat o mulţime de gaze uşoare, dar niciun element greu. Acestea au apărut mai târziu, dar, o lungă perioadă, nimeni nu şi-a putut da seama de cauze. Este nevoie de ceva foarte fierbinte – chiar mai fierbinte decât miezul celor mai fierbinţi stele – pentru a produce carbon şi fier, precum şi celelalte elemente fără de care noi am fi supărător de imateriali. Supernovele ne-au oferit această explicaţie, iar cel care a înţeles-o a fost un cercetător englez cu un mod de a fi aproape la fel de ciudat ca al lui Fritz Zwicky.

Acesta era un bărbat din Yorkshire pe nume Fred Hoyle, care a murit în anul 2001; a fost descris într-un necrolog din Nature drept „cosmolog şi combativ” şi, în mod cert, era şi una, şi alta. Potrivit necrologului din Nature, „a fost implicat până peste cap în controverse în cea mai mare parte a vieţii sale” şi „şi-a pus numele pe o grămadă de maculatură”. De exemplu, a susţinut fără dovezi că valoroasa fosilă a unui arheopterix de la Muzeul de Istorie Naturală era un fals după modelul păcălelii cu „Omul din Piltdown”, aducându-i la exasperare pe paleontologii muzeului, care au trebuit să petreacă zile la rând răspunzând telefoanelor jurnaliştilor din întreaga lume. De asemenea, credea că Pământul a primit din spaţiu nu numai viaţa, ci şi multe dintre bolile sale, cum ar fi ciuma bubonică şi gripa, şi a sugerat la un moment dat că, de-a lungul evoluţiei, oamenii au căpătat nasuri proeminente, cu deschizăturile nărilor orientate în jos, ca să împiedice agenţii patogeni cosmici să cadă în ele.

Tot el a fost cel care a născocit sintagma „Big Bang” într-un moment de bună dispoziţie, pentru o emisiune la radio din 1952. El a subliniat că nimic din cunoştinţele noastre de fizică nu poate explica de ce, odată ce totul s-a reunit într-un punct, ar începe apoi brusc şi dramatic să intre în expansiune. Hoyle se pronunţa în favoarea unei teorii a stadiului stabil, în care universul se află în expansiune permanentă şi creează continuu materie, pe măsură ce avansează. Hoyle şi-a dat seama că, dacă stelele ar face implozie, ar elibera cantităţi enorme de căldură – o sută de milioane de grade sau mai mult, suficient pentru a începe să genereze elementele mai grele printr-un proces cunoscut sub numele de nucleosinteză. În 1957, în colaborare cu alţii, Hoyle a demonstrat cum elementele mai grele s-au format prin exploziile supernovelor. Pentru această lucrare, W.A. Fowler, unul dintre colaboratorii săi, a primit Premiul Nobel. Spre ruşinea noastră, Hoyle nu a primit nimic.

Potrivit teoriei lui Hoyle, o stea care explodează poate genera suficientă căldură pentru a crea toate elementele noi şi a le împrăştia în cosmos, unde pot forma nori gazoşi – mediul interstelar, cum este el cunoscut –, care, într-un final, se pot contopi în noi sisteme solare. Folosind noile teorii, a fost în sfârşit posibil să alcătuim scenarii plauzibile despre cum am ajuns noi aici. Ce credem noi că ştim acum sunt următoarele:

Cu circa 4,6 miliarde de ani în urmă, un mare vârtej de gaz şi praf, cu un diametru de 24 de miliarde de kilometri, s-a acumulat în spaţiul în care suntem noi acum şi a început să se compacteze. Practic, întreaga materie – 99,9% din masa sistemului solar – s-a adunat pentru a crea Soarele. Din materialul liber rămas, două firicele microscopice au plutit suficient de aproape unul de celălalt pentru a fi unite de forţele electrostatice. Acesta a fost momentul în care a fost concepută planeta noastră. Acelaşi lucru se întâmpla în întregul sistem solar incipient. Prin coliziunea firelor de

praf, s-au creat grămezi tot mai mari. În cele din urmă, grămezile au devenit suficient de mari pentru a fi numite planetezimale. Şi, pe măsură ce acestea se loveau unele de altele în coliziuni nesfârşite, se crăpau sau se fragmentau ori se recombinau în permutări aleatorii nesfârşite, din fiecare întâlnire ieşea un câştigător, iar unii dintre câştigători au crescut suficient de mari pentru a domina orbita în jurul căreia se deplasau.

Totul s-a întâmplat cu o rapiditate uimitoare. Se consideră că pentru a creşte de la un mic roi de fire de praf la un pui de planetă cu diametrul de câteva sute de kilometri a fost nevoie numai de câteva zeci de mii de ani. În numai două sute de milioane de ani, poate chiar mai puţin, Pământul a fost în bună parte format, deşi era încă moale şi bombardat constant de toată materia care încă plutea în jurul lui.

În acel moment, acum circa 4,4 miliarde de ani, un obiect de mărimea lui Marte a intrat în coliziune cu Pământul, spulberând suficient material pentru a forma o sferă-tovarăşă, Luna. Se crede că, în numai câteva săptămâni, materialul aruncat s-a reasamblat într-un singur morman şi, în mai puţin de un an, a format stânca rotundă care ne ţine şi acum companie. Majoritatea materialului selenar ar proveni din scoarţa Pământului, nu din nucleul său, şi de aceea Luna are atât de puţin fier, iar noi atât de mult. În treacăt fie spus, aproape întotdeauna teoria este prezentată ca fiind recentă, dar, de fapt, ea a fost propusă pentru prima dată în anii 1940 de Reginald Daly de la Harvard. Singurul lucru recent în legătură cu ea este acela că oamenii i-au acordat atenţie.

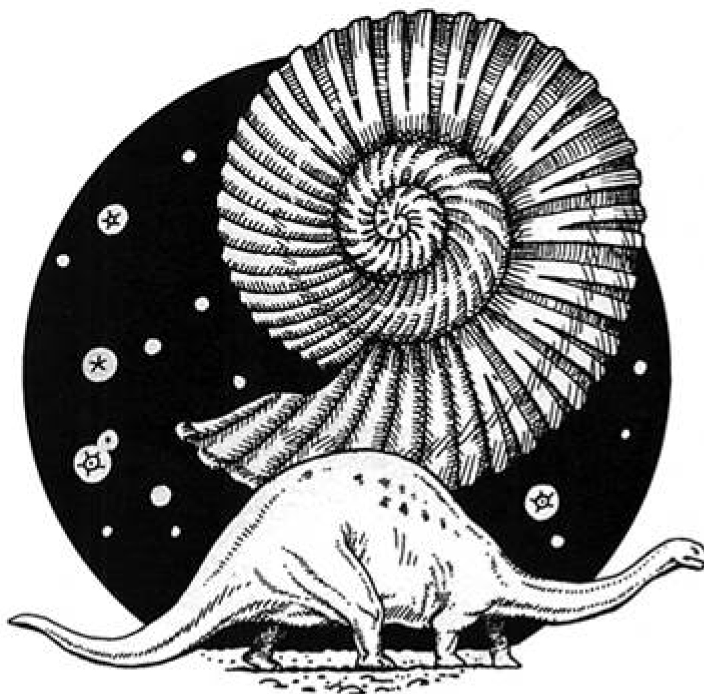
Pe când Pământul avea doar circa o treime din dimensiunile sale finale, probabil că începuse deja să îşi formeze o atmosferă, în mare parte din dioxid de carbon, azot, metan şi sulf. Cu greu am putea numi aceste lucruri dătătoare de viaţă şi, totuşi, din acest cocteil ucigător a luat naştere viaţa. Dioxidul de carbon este un gaz cu un

puternic efect de seră şi acesta era un lucru bun, pentru că Soarele era substanţial mai întunecat atunci. Dacă nu am fi beneficiat de efectul de seră, Pământul ar fi putut foarte bine să îngheţe complet şi permanent, iar viaţa nu ar fi avut niciodată de ce să se agaţe. Dar, cumva, a reuşit.

În următoarele 500 de milioane de ani, tânărul Pământ a continuat să fie bombardat fără încetare de comete, meteoriţi şi alte reziduuri galactice, care au adus apa cu care s-au umplut oceanele şi componentele necesare pentru formarea cu succes a vieţii. Deşi era un mediu de o ostilitate nemaiîntâlnită, viaţa a reuşit cumva să îşi croiască drum. A fost de ajuns o smucitură, şi o mână minusculă de substanţe chimice a prins viaţă. Noi eram pe drum.

Patru miliarde de ani mai târziu, oamenii au început să se întrebe cum s-au întâmplat toate acestea. Şi exact despre asta e vorba în următoarea noastră poveste.

Partea a II-a
Dimensiunile Pământului



„Natura şi legile naturii stăteau ascunse în noapte; Dumnezeu a spus: Să fie Newton! şi s-a făcut lumină.”

Alexander Pope,
epitaf dedicat lui Sir Isaac Newton

Capitolul 4

Măsura lucrurilor

Dacă ar trebui să alegem cea mai puţin veselă expediţie ştiinţifică din toate timpurile, sunt sigur că s-ar găsi şi altele mai rele decât expediţia peruviană a Academiei Regale Franceze de Ştiinţe din 1735. Condus de un

hidrolog pe nume Pierre Bouguer şi de un matematician-soldat pe nume Charles Marie de La Condamine, grupul de oameni de ştiinţă şi aventurieri a călătorit în Perú în scopul de a triangula distanţele prin Anzi.

La acea vreme, devenise o modă ca pe oameni să îi lovească o dorinţă nestăpânită de a înţelege Pământul – de a afla cât de bătrân este şi cât de mare, unde atârnă în spaţiu şi cum a luat fiinţă. Scopul grupului francez era acela de a ajuta la soluţionarea chestiunii referitoare la circumferinţa planetei, măsurând lungimea unui grad de meridian (a trei sute şaizecea parte din circumferinţa planetei) pe o linie ce se întindea de la Yarouqui, în apropiere de Quito, până imediat dincolo de Cuenca, unde este acum Ecuadorul, o distanţă de circa 320 km[6].

Aproape imediat, lucrurile au început să meargă prost, uneori spectaculos de prost. În Quito, vizitatorii au reuşit cumva să-i provoace pe localnici, aşa încât au fost alungaţi din oraş de o mulţime înarmată cu pietre. La puţin timp după aceea, doctorul expediţiei a fost asasinat într-o dispută pentru o femeie. Botanistul a luat-o razna. Alţii au murit de febră sau în urma căzăturilor. Al treilea decan de vârstă, un bărbat pe nume Pierre Godin, a fugit cu o fată de treisprezece ani şi nu a putut fi convins să se întoarcă.

La un moment dat, grupul a trebuit să îşi suspende lucrul vreme de opt luni, timp în care La Condamine a mers călare până la Lima ca să rezolve o problemă cu permisele. În cele din urmă, el şi Bouguer nu şi-au mai vorbit şi au refuzat să mai lucreze împreună. Peste tot pe unde trecea, grupul decimat era întâmpinat cu cele mai mari suspiciuni de către oficialităţile cărora li se părea greu de crezut că o mână de oameni de ştiinţă francezi ar fi în stare să străbată jumătate de glob doar ca să măsoare lumea. Pentru ei, nu avea niciun sens. Două secole şi jumătate mai târziu, întrebarea rămâne încă legitimă. De ce francezii nu şi-au

făcut măsurătorile în Franţa, ca să se scutească de tot disconfortul şi oboseala aventurii lor andine?

Răspunsul provine, pe de o parte, din aceea că oamenii de ştiinţă din secolul al XVIII-lea, şi mai ales francezii, rareori alegeau calea cea mai simplă de a face ceva dacă aveau la dispoziţie o alternativă absurd de solicitantă şi, pe de altă parte, dintr-o problemă practică pe care o pusese prima dată astronomul englez Edmond Halley, cu mulţi ani înainte – cu mult înainte ca Bouguer şi La Condamine să fi visat la o călătorie în America de Sud şi cu atât mai puţin să fi avut un motiv pentru aceasta.

Halley a fost o figură excepţională. Pe parcursul unei cariere lungi şi prolifice, a fost căpitan de vas, cartograf, profesor de geometrie la Universitatea Oxford, controlor-adjunct la Monetăria Regală, astronomul casei regale şi inventatorul unui clopot de scufundare la mare adâncime. A lăsat scrieri competente despre magnetism, valuri şi mişcările planetelor şi altele, pasionate, despre efectele opiului. A inventat harta meteorologică şi tabelul actuarial, a propus metode pentru a determina vârsta Pământului şi distanţa de la el până la Soare, ba chiar a inventat o metodă practică pentru a păstra peştele proaspăt şi în extrasezon. Un lucru pe care sigur nu l-a făcut a fost că nu a descoperit cometa care îi poartă numele. El doar şi-a dat seama de următorul fapt: cometa pe care a văzut-o în 1682 era cea văzută şi de alţii în 1456, 1531 şi 1607. Abia în 1758, la 16 ani după moartea lui, aceasta a devenit cometa Halley.

În ciuda tuturor reuşitelor sale, este posibil ca cea mai mare contribuţie a lui Halley la dezvoltarea cunoaşterii umane să fi fost simpla participare la un pariu ştiinţific modest, alături de alte două distinse personalităţi ale timpului său: Robert Hooke, care cred că în prezent este recunoscut în principal drept prima persoană care a descris o celulă, şi marele şi impozantul Sir Christopher Wren, care, în realitate, a fost în primul rând astronom şi apoi

arhitect, deşi astăzi aproape nimeni nu îşi mai aminteşte acest lucru. În 1683, Halley, Hooke şi Wren luau cina la Londra, când conversaţia s-a oprit asupra mişcărilor obiectelor celeste. Se ştia că planetele erau înclinate să orbiteze urmând o traiectorie ovală cunoscută drept elipsă – „o curbă specifică şi foarte exactă”, ca să-l cităm pe Richard Feynman –, dar nu se ştia de ce. Wren, generos, a oferit un premiu de patruzeci de şilingi (echivalentul unui salariu pe două săptămâni) oricui găsea o explicaţie.

Hooke, renumit pentru obiceiul său de a-şi asuma meritul pentru idei care nu erau neapărat ale lui, a pretins că el rezolvase deja problema, dar că refuza pe moment să o împărtăşească pe motivul interesant şi inventiv că le-ar fura celorlalţi satisfacţia de a descoperi ei înşişi răspunsul. În schimb, el avea să „o ascundă o vreme, astfel încât ceilalţi să înveţe să o aprecieze”. Nu există nicio dovadă că s-ar mai fi gândit vreodată la această chestiune. Însă pe Halley a început să îl macine ideea găsirii unui răspuns, într-atât încât, în anul următor, s-a dus la Cambridge şi l-a căutat cu îndrăzneală pe Profesorul Lucasian de Matematică Isaac Newton, în speranţa că va primi ajutor.

Newton era o figură ciudată – sclipitor, fără îndoială, dar solitar, posomorât, ţepos până la limita paranoicului, faimos pentru distracţia lui (se spunea că dimineaţa, după ce îşi dădea picioarele jos din pat, rămânea atârnat ore în şir, imobilizat de avalanşa bruscă de gânduri din capul lui) şi capabil de cele mai fascinante ciudăţenii. Şi-a făcut propriul laborator, primul de la Cambridge, dar apoi s-a lansat în cele mai ciudate experimente. Odată şi-a introdus o sulă – un ac lung de genul celor folosite pentru a coase pielea – în orbita oculară şi a învârtit-o „între ochi şi os, cât de aproape de fundul ochiului am putut”, doar ca să vadă ce se putea întâmpla. În mod miraculos, nu s-a întâmplat nimic – cel puţin, nu cu efecte pe termen lung. Altă dată, s-a uitat la soare cât de mult a putut suporta, ca să vadă ce efect putea avea asupra vederii lui. Şi, din nou, a scăpat

fără efecte pe termen lung, deşi a trebuit să stea câteva zile într-o cameră întunecată, înainte ca ochii să-l ierte.

Însă deasupra tuturor acestor convingeri ciudate şi trăsături excentrice se afla mintea unui geniu suprem care, chiar şi atunci când lucra după metodele convenţionale, vădea întotdeauna o tendinţă spre ciudăţenie. Pe când era student, frustrat de limitările matematicii convenţionale, a inventat o formă complet nouă, analiza matematică, dar nu a spus nimănui nimic despre ea vreme de douăzeci şi şapte de ani. Şi, la fel, a făcut cercetări în domeniul opticii, revoluţionând înţelegerea noastră asupra luminii, şi a pus bazele ştiinţei spectroscopiei, dar din nou a ales să păstreze rezultatele numai pentru sine vreme de trei decenii.

În ciuda minţii sale strălucite, ştiinţa reală i-a ocupat doar o mică parte din aria de interes. Cel puţin jumătate din viaţa sa activă a fost închinată alchimiei şi preocupărilor religioase bizare. Acestea nu erau doar activităţi superficiale, ci pasiuni în bună regulă. În secret, era adeptul unei secte periculos de eretice, numită arianism, a cărei principală teză era convingerea că nu exista Sfânta Treime (ca o ironie, Colegiul de la Cambridge unde lucra Newton se numea Trinity [Treime]). A petrecut nenumărate ore studiind planul parterului Templului pierdut al regelui Solomon din Ierusalim (iar pe parcurs a învăţat singur ebraica, cea mai potrivită limbă pentru a cerceta textele originale), convins fiind că acesta conţine indicii matematice referitoare la data celei de-a doua veniri a lui Hristos şi a sfârşitului lumii. Nu mai puţin arzătoare era pasiunea lui pentru alchimie. În 1936, economistul John Maynard Keynes a cumpărat la o licitaţie un cufăr cu hârtii ale lui Newton şi a descoperit cu uluire că acestea erau dedicate în cea mai mare măsură nu opticii sau mişcărilor planetare, ci unei obsedante încercări de a transforma metalele inferioare în metale preţioase. În anii 1970, prin analiza unui fir de păr al lui Newton, s-a descoperit că

acesta conţinea mercur – un element de interes pentru alchimişti, pălărieri şi fabricanţii de termometre, dar nu şi pentru altcineva – într-o concentraţie de aproape patruzeci de ori mai mare decât nivelul natural. Aşadar, cred că nu mai este de mirare de ce nu îşi amintea să se trezească dimineaţa.

Nu putem decât să ghicim ce aştepta Halley să obţină de la Newton atunci când i-a făcut o vizită neanunţată în august 1684. Dar, mulţumită unei relatări de mai târziu a unuia dintre confidenţii lui Newton, Abraham DeMoivre, avem o consemnare a uneia dintre întâlnirile istorice din ştiinţă:

> *În 1684, doctorul Halley a venit să-l viziteze la Cambridge [şi] după ce au petrecut ceva timp împreună doctorul l-a întrebat care crede că va fi curba descrisă de planete dacă forţa de atracţie faţă de Soare este invers proporţională cu pătratul distanţei faţă de acesta.*

Era o referire la o chestiune din matematică, legea invers proporţionalităţii, despre care Halley era convins că reprezintă cheia explicaţiei, deşi nu ştia exact în ce fel.

> *Sir Isaac a răspuns imediat că trebuie să fie o [elipsă]. Doctorul, bucuros şi uimit, l-a întrebat de unde ştie. „Păi”, a răspuns el, „am calculat-o”, iar doctorul Halley i-a cerut calculele pe loc. Sir Isaac le-a căutat printre hârtii, dar nu le-a găsit.*

Era un lucru nemaiauzit – ca şi cum cineva ar spune că a găsit leacul pentru cancer, dar nu îşi aminteşte unde a pus formula. La presiunile lui Halley, Newton a fost de acord să refacă toate calculele şi să le pună într-o lucrare. S-a ţinut de promisiune, ba chiar a făcut mult mai mult. S-a retras vreme de doi ani pentru gândire şi calcule intensive şi şi-a scris pe larg capodopera: Philosophiae Naturalis Principia

Mathematica, sau Principiile matematice ale filosofiei naturii, cunoscută mai ales sub numele de Principii.

Din vreme în vreme, de câteva ori în istorie, o minte omenească dă naştere unei observaţii atât de precise şi de neaşteptate, încât oamenii nu se pot hotărî ce este mai uluitor: faptul în sine sau faptul că cineva s-a gândit la el. Apariţia Principiilor a fost unul dintre acele momente. Newton a devenit faimos peste noapte. Tot restul vieţii sale a fost copleşit cu lauri şi onoruri, devenind, printre multe altele, prima persoană din Marea Britanie ridicată la rangul de cavaler pentru realizări ştiinţifice. Până şi marele matematician german Gottfried von Leibniz, cu care Newton a avut o lungă dispută aprinsă pentru întâietatea în inventarea analizei matematice, a echivalat contribuţia lui Newton în domeniu cu toate cunoştinţele acumulate înaintea lui. „Niciun alt muritor nu s-ar putea apropia atât de zei”, a scris Halley dintr-un sentiment care şi-a găsit un ecou infinit printre contemporani şi mulţi alţii de atunci încoace.

Deşi a fost numită „una dintre cele mai inaccesibile cărţi scrise vreodată” (Newton a făcut-o intenţionat atât de grea, astfel încât să nu fie sâcâit de „pseudosavanţii” matematicii, după cum îi numea el), lucrarea reprezenta un far călăuzitor pentru cei care puteau să o urmărească. Nu numai că explica matematic orbitele corpurilor cereşti, ci identifica şi forţa de atracţie care le pune în mişcare de la bun început: forţa gravitaţională. Brusc, toate mişcările din Univers căpătau sens.

La baza Principiilor se aflau cele trei legi ale mişcării ale lui Newton (care afirmă cu îndrăzneală că un lucru se mişcă în direcţia în care este împins; că acesta continuă să se mişte în linie dreaptă până când o altă forţă acţionează ca să-l încetinească sau să îi schimbe direcţia; şi că fiecare acţiune are o reacţiune egală şi opusă) şi legea universală a gravitaţiei. Aceasta susţine că fiecare obiect din univers exercită o atracţie asupra restului obiectelor. Poate că nu

este evident, dar, în această clipă, de acolo de unde staţi, atrageţi tot ce se află în jur – pereţi, tavan, lampă, pisică – spre dumneavoastră cu propriul câmp gravitaţional mic (chiar foarte mic). Iar aceste lucruri vă atrag la rândul lor. Newton a fost primul care şi-a dat seama că atracţia dintre două obiecte este, ca să-l cităm din nou pe Feynman, „proporţională cu masa fiecăruia şi variază invers proporţional cu pătratul distanţei dintre ele”. Altfel spus, dacă distanţa dintre două obiecte se dublează, atracţia dintre ele devine de patru ori mai slabă. Aceasta se poate exprima prin formula:

$$F = G\frac{M \times m}{r^2}$$

care fireşte că depăşeşte cu mult orice aplicabilitate practică de care ar avea nevoie mulţi dintre noi, dar putem măcar aprecia că este o exprimare elegantă şi compactă. Câteva înmulţiri scurte, o împărţire simplă şi gata, îţi cunoşti exact poziţia gravitaţională oriunde te-ai duce. A fost prima lege a naturii cu adevărat universală expusă vreodată de o minte omenească şi acesta este motivul pentru care Newton este privit peste tot în lume cu atât de mult respect.

Apariţia *Principiilor* nu a fost lipsită de drame. Spre oroarea lui Halley, când lucrarea era aproape terminată, a început o dispută între Newton şi Hooke în privinţa întâietăţii în descoperirea legii invers proporţionalităţii, iar Newton a refuzat să publice cel de-al treilea volum, esenţial, fără de care primele două nu aveau prea mult sens. Într-un târziu, după frenetice târguieli diplomatice şi valuri de complimente dintre cele mai generoase, Halley a reuşit să smulgă îndărătnicului profesor volumul de încheiere.

Dar traumele lui Halley încă nu se sfârşiseră. Academia Regală promisese să publice lucrarea, dar acum dădea înapoi, pe motiv de strâmtorări financiare. Cu un an înainte, ea finanţase publicarea unui costisitor şi răsunător eşec de piaţă, numit The History of Fishes (Istoria speciilor de peşti), şi presupunea că piaţa era departe de a-şi dori cu fervoare o carte despre principii matematice. Halley, care nu dispunea de mari mijloace financiare, a plătit din propriul buzunar publicarea cărţii. Ca de obicei, Newton nu a contribuit cu nimic. Pentru ca lucrurile să stea şi mai prost, în acel moment Halley, care tocmai acceptase poziţia de secretar al academiei, a fost anunţat că aceasta nu îşi mai permitea să-i plătească salariul promis, de cincizeci de lire pe an. În schimb, avea să fie plătit cu exemplare din *Istoria speciilor de peşti.*

Legile lui Newton explicau atât de multe lucruri – ridicarea şi spargerea valurilor oceanului, mişcările planetelor, de ce proiectilele de tun urmează o anumită traiectorie înainte să se izbească de pământ explodând, de ce noi nu suntem aruncaţi în spaţiu atunci când planeta de sub noi se învârte cu sute de kilometri pe oră[7] –, încât a durat ceva până când lumea a înţeles toate implicaţiile lor. Una dintre revelaţii s-a transformat aproape imediat într-o controversă.

Aceasta era ideea că Pământul nu este chiar rotund. Potrivit teoriei lui Newton, forţa centrifugă provocată de rotirea Pământului ar trebui să determine o uşoară aplatizare la poli şi o bombare la ecuator şi de aceea planeta ar trebui să fie uşor turtită. Aceasta însemna că lungimea arcului de un grad de meridian în Italia nu este aceeaşi ca în Scoţia. Mai exact, aceasta se scurtează pe măsură ce te îndepărtezi de poli. Vestea nu era prea bună pentru cei care măsurau planeta pornind de la premisa că era o sferă perfectă, aceia fiind… toată lumea.

Vreme de o jumătate de secol, oamenii încercaseră să stabilească dimensiunea Pământului, în mare parte prin măsurători de mare precizie. Una dintre primele încercări a aparţinut unui matematician englez pe nume Richard Norwood. În tinereţe, Norwood călătorise în Bermude cu un clopot de scufundare după modelul instrumentului inventat de Halley, cu intenţia de a face avere adunând perle de pe fundul mării. Planul a eşuat pentru că nu existau perle şi, oricum, clopotul lui Norwood nu a funcţionat, dar el nu era omul care să irosească o ocazie. La începutul secolului al XVII-lea, Bermudele erau faimoase printre căpitanii de vase ca fiind greu de localizat. Oceanul era prea mare, Bermudele prea mici, iar instrumentele de navigaţie care trebuiau să împace această disparitate erau complet nepotrivite. Nici măcar nu se căzuse încă de acord asupra lungimii milei nautice. Pe întinderea oceanului, cele mai mici erori de calcul se amplificau, astfel încât, de multe ori, navele ratau ţinte de mărimea Bermudelor cu marje exasperant de mari. Norwood, a cărui primă pasiune fusese trigonometria, şi deci unghiurile, a decis să introducă puţină rigoare matematică în navigaţie şi, în acest scop, s-a hotărât să calculeze lungimea arcului unui grad de meridian.

El şi-a ales ca punct de pornire Turnul Londrei, apoi a dedicat doi ani unui marş de 335 de kilometri spre nord, către York, întinzând şi măsurând repetat un lanţ pe măsură ce avansa, făcând concomitent cele mai meticuloase ajustări pentru ridicăturile şi adânciturile pământului şi şerpuirile drumului. Ultimul pas era măsurarea unghiului sub care cădea soarele la York în acelaşi moment al zilei şi în aceeaşi zi a anului ca atunci când îşi făcuse prima măsurătoare la Londra. Prin aceasta, el a considerat că poate determina lungimea unui grad de meridian al Pământului şi calcula astfel distanţa în jurul întregului Pământ. Era o sarcină aproape caraghios de ambiţioasă – o greşeală reprezentând cea mai mică

fracţiune a unui grad ar fi produs o eroare de kilometri întregi –, dar, în realitate, aşa cum a proclamat Norwood cu mândrie, a avut dreptate „până la o azvârlitură de băţ” – sau, mai exact, la mai puţin de circa cinci sute cincizeci de metri. În sistemul metric, a ajuns la cifra de 110,72 de kilometri pe grad de arc.

În 1637 a fost publicată marea lucrare despre navigaţie a lui Norwood, *The Seaman’s Practice (Experienţa unui marinar),* care şi-a găsit ecouri imediate. A avut şaptesprezece ediţii şi era încă pe piaţă la douăzeci şi cinci de ani după moartea lui. Norwood s-a întors în Bermude cu familia, unde a devenit un plantator de succes şi şi-a dedicat ceasurile de repaus primei sale iubiri, trigonometria. A mai trăit acolo treizeci şi opt de ani şi mi-ar face plăcere să spun că în acest interval s-a bucurat de fericire şi de adulaţie. În realitate, nu a fost aşa. La traversarea oceanului din Anglia, cei doi fii ai săi au fost cazaţi într-o cabină cu reverendul Nathaniel White şi, cumva, au reuşit atât de bine să îl traumatizeze pe tânărul vicar, încât acesta şi-a dedicat o bună parte a carierei sale ulterioare eforturilor de a-l persecuta pe Norwood prin orice metodă, oricât de meschină, care îi trecea prin cap.

Cele două fiice ale lui Norwood i-au provocat tatălui supărări în plus, prin căsătoriile nepotrivite pe care le-au făcut. Unul dintre soţi, probabil instigat de vicar, a depus în mod repetat plângeri minore în instanţă împotriva lui Norwood, provocându-i exasperarea şi obligându-l să traverseze de mai multe ori insulele pentru a se apăra. Într-un târziu, prin anii 1650, în Bermude au ajuns procesele împotriva vrăjitoriei, iar Norwood şi-a petrecut ultimii ani din viaţă într-o permanentă teamă ca nu cumva lucrările sale despre trigonometrie să fie luate drept mijloace de comunicare cu diavolul, din cauza simbolurilor lor misterioase, şi să fie condamnat la o groaznică execuţie. Se cunosc atât de puţine despre Norwood, încât ar fi posibil ca

în realitate să îşi fi meritat nefericirea din anii de bătrâneţe. Însă sigur este faptul că a fost nefericit.

În acest timp, moda preocupării pentru determinarea circumferinţei Pământului a trecut în Franţa. Acolo, astronomul Jean Picard a inventat o metodă impresionant de complicată de triangulare, care presupunea cvadrante, ceasuri cu pendule, sectoare ale zenitului şi telescoape (pentru a urmări mişcările lunilor lui Jupiter). După doi ani de deplasări greoaie şi triangulări prin Franţa, în 1669 el a anunţat că a ajuns la o măsurătoare mai exactă, de 110,46 de kilometri pe grad de arc. Acesta a reprezentat un motiv de mare mândrie pentru Franţa, dar pornea de la premisa că Pământul era o sferă perfectă – iar Newton spunea acum că lucrurile nu stăteau aşa.

Pentru a complica şi mai tare problema, după moartea lui Picard, echipa formată din Giovanni şi Jacques Cassini, tată şi fiu, a repetat experimentele lui Picard pe o arie mai largă şi a ajuns la nişte rezultate care sugerau că Pământul era mai bombat nu la ecuator, ci la poli – cu alte cuvinte, că era exact pe dos faţă de cum spusese Newton. Din acest motiv, Academia de Ştiinţe s-a văzut obligată să îi trimită pe Bouguer şi pe La Condamine în America de Sud să facă noi măsurători.

Au ales Anzii pentru că aveau nevoie de măsurători aproape de ecuator, pentru a determina dacă exista cu adevărat o diferenţă de sfericitate şi pentru că au considerat că munţii le-ar putea oferi o bună vizibilitate. În realitate, munţii din Perú erau pierduţi în nori aproape tot timpul, iar echipa trebuia de multe ori să aştepte săptămâni la rând pentru o oră de vizibilitate bună. În plus, aleseseră unul dintre terenurile cele mai dificile, aproape imposibile, de pe Pământ. Peruanii vorbesc despre peisajul lor ca fiind muy accidentado – „foarte accidentat” – şi cu siguranţă aşa este. Francezii nu numai că au trebuit să escaladeze unii dintre cei mai dificili munţi din lume – munţi care au învins până şi catârii –, dar, ca să ajungă la ei, au trebuit să

traverseze râuri vijelioase, să îşi croiască drum prin junglă şi să străbată kilometri întregi de deşert înalt, stâncos, în marea sa majoritate nemarcat pe hărţi şi departe de orice sursă de aprovizionare. Dar Bouguer şi La Condamine aveau o tenacitate ieşită din comun şi s-au ţinut de sarcina lor vreme de nouă ani şi jumătate, ani lungi, aspri şi bătuţi de soare. Cu puţin timp înainte de încheierea proiectului, a ajuns la ei vestea că o a doua echipă franceză ce desfăşura măsurători în nordul Scandinaviei (şi se confrunta, la rândul ei, cu dificultăţi notabile specifice, de la împotmolirile în mlaştini la periculoasele blocuri de gheaţă plutitoare) descoperise că un grad era de fapt mai lung în apropierea polilor, aşa cum afirmase Newton. Pământul era cu 43 de kilometri mai pântecos atunci când era măsurat la ecuator decât atunci când era măsurat de sus până jos, în jurul polilor.

Bouguer şi La Condamine şi-au petrecut astfel aproape un deceniu muncind pentru un rezultat pe care nu doreau să-l afle, numai ca să îşi dea seama la final că nici măcar nu erau primii care l-au descoperit. Şi-au încheiat fără nicio tragere de inimă cercetarea, care a confirmat că prima echipă franceză avea dreptate. Apoi, tot fără să îşi vorbească, s-au întors pe coastă, de unde au luat nave separate către casă.

O altă descoperire a lui Newton, inclusă în Principii, a fost aceea că un fir cu plumb atârnat în apropierea unui munte se va înclina uşor către acesta, sub influenţa masei gravitaţionale a muntelui şi a Pământului. Aceasta reprezenta mai mult decât o simplă curiozitate. Dacă se măsura corect devierea şi se calcula masa muntelui, se putea calcula constanta gravitaţională universală – adică valoarea de bază a forţei gravitaţionale cunoscută drept G – şi, împreună cu ea, masa Pământului.

Bouguer şi La Condamine încercaseră acest lucru cu muntele Chimborazo din Perú, dar fuseseră învinşi atât de

dificultăţile tehnice, cât şi de neînţelegerile dintre ei, astfel încât noţiunea a rămas în aşteptare încă treizeci de ani, până când a fost resuscitată în Anglia de Nevil Maskelyne, astronomul casei regale. Într-o cunoscută carte de Dava Sobel, Longitude (Longitudine), Maskelyne este prezentat drept un prostănac şi un răutăcios, pentru că nu a apreciat geniul ceasornicarului John Harrison. Se prea poate să fi fost aşa, dar noi îi suntem profund îndatoraţi din alte motive nemenţionate în cartea ei, dintre care formula lui reuşită pentru cântărirea Pământului nu este tocmai neînsemnată.

Maskelyne şi-a dat seama că secretul pentru rezolvarea problemei consta în găsirea unui munte cu o formă suficient de regulată pentru a i se putea calcula masa. La cererea sa expresă, Academia Regală a fost de acord să angajeze o persoană de încredere care să facă turul insulelor britanice pentru a vedea dacă se putea găsi un astfel de munte. Maskelyne cunoştea persoana potrivită – astronomul şi observatorul Charles Mason. Maskelyne şi Mason deveniseră prieteni cu unsprezece ani înainte, pe când erau implicaţi într-un proiect de măsurare a unui eveniment astronomic de mare importanţă: tranzitul planetei Venus peste discul Soarelui. Neobositul Edmond Halley sugerase cu mulţi ani înainte că, dacă se măsoară una dintre aceste treceri din anumite puncte de pe Pământ, se pot folosi principiile triangulării pentru a calcula distanţa de la Pământ la Soare şi, de aici, pentru a forma un etalon în măsurarea distanţelor faţă de toate celelalte corpuri din sistemul solar.

Din nefericire, tranziturile lui Venus, aşa cum le cunoaştem noi, sunt neregulate. Vin în pereche, la distanţă de opt ani, dar pot lipsi apoi un secol şi mai bine, şi nu a existat niciunul în timpul vieţii lui Halley[8]. Dar ideea a dospit şi, când s-a apropiat data calculată pentru tranzit, în 1761, la aproape două decenii după moartea lui Halley,

lumea ştiinţifică era pregătită – ba chiar mai pregătită decât fusese vreodată pentru un eveniment astronomic.

Animaţi de înclinaţia spre calvar care a caracterizat acea epocă, oamenii de ştiinţă au pornit către mai bine de o sută de puncte de pe suprafaţa globului: Siberia, China, Africa de Sud, Indonezia şi pădurile din Wisconsin, printre multe altele. Franţa a trimis treizeci şi doi de observatori, Marea Britanie alţi optsprezece şi mulţi alţii au pornit din Suedia, Rusia, Italia, Germania, Irlanda şi din alte locuri.

A fost prima cooperare internaţională într-o misiune ştiinţifică şi, aproape peste tot, ea a întâmpinat obstacole. Mulţi observatori au fost deturnaţi de războaie, boli sau naufragii. Alţii au ajuns la destinaţii, dar, când şi-au deschis cutiile, şi-au găsit echipamentul fărâmat sau deformat de căldura tropicală. Încă o dată, Franţa părea sortită să dea participanţii cu cel mai memorabil ghinion. Jean Chappe a călătorit luni de zile către Siberia în trăsură, barcă şi sanie, având grijă de delicatele sale instrumente la trecerea peste fiecare obstacol periculos, numai ca să descopere că ultima etapă, vitală, era impracticabilă din cauza râurilor umflate ca urmare a unor ploi de primăvară neobişnuit de abundente, pentru care localnicii l-au învinuit imediat pe el, după ce l-au văzut că îndreaptă instrumente ciudate către cer. Chappe a reuşit să scape cu viaţă, dar fără niciun fel de măsurători valide.

Încă şi mai ghinionist a fost Guillaume le Gentil, ale cărui experienţe sunt excelent rezumate de Timothy Ferris în Coming of Age in the Milky Way (Maturizarea în Calea Lactee). Le Gentil a pornit din Franţa cu un an înainte de momentul important, ca să observe tranzitul din India, dar, din cauza diferitelor obstacole, în ziua tranzitului el era încă pe mare – cel mai nefericit loc în care se putea afla, deoarece măsurătorile sigure sunt imposibile pe o navă care se leagănă.

Fără să se lase descurajat, Le Gentil şi-a continuat drumul către India în aşteptarea următorului tranzit, din

1769. Cum a avut opt ani la dispoziţie să se pregătească, a ridicat o staţie de observare de prima mână, şi-a testat şi retestat instrumentele şi a adus totul într-o stare perfectă, în aşteptare. În dimineaţa celui de-al doilea tranzit, la 4 iunie 1769, era senin, dar exact atunci când Venus şi-a început trecerea, un nor a trecut prin faţa Soarelui şi a rămas acolo aproape pe toată perioada derulării fenomenelor, adică trei ore, paisprezece minute şi şapte secunde.

Plin de stoicism, Le Gentil şi-a împachetat instrumentele şi a pornit către cel mai apropiat port, dar pe drum s-a îmbolnăvit de dizenterie şi a trebuit să facă o oprire de aproape un an de zile. Încă slăbit, a reuşit în cele din urmă să ajungă pe o navă. În urma unei furtuni, aproape că a naufragiat pe coasta Africii. Când în sfârşit a ajuns acasă, la unsprezece ani şi jumătate de la plecare şi fără să fi aflat nimic, a descoperit că rudele îl declaraseră mort în absenţă şi, pline de entuziasm, îl jefuiseră de toată averea.

Prin comparaţie cu toate acestea, dezamăgirile pe care le-au trăit cei optsprezece observatori plecaţi spre colţurile lumii din Marea Britanie au fost blânde. Mason s-a trezit că face echipă cu un tânăr observator numit Jeremiah Dixon şi se pare că s-au înţeles destul de bine, de vreme ce au legat un parteneriat de durată. Aveau instrucţiuni să ajungă în insula Sumatra şi să urmărească tranzitul de acolo, dar, după numai o noapte petrecută pe mare, nava lor a fost atacată de o fregată franceză. (Deşi oamenii de ştiinţă se aflau într-un climat de cooperare internaţională, naţiunile lor nu le împărtăşeau atitudinea.) Mason şi Dixon au trimis o notă Academiei Regale, cu observaţia că mările păreau îngrozitor de periculoase şi cu întrebarea dacă nu cumva ar trebui să se renunţe la toată aventura. Ca răspuns, au primit o admonestare rece şi aspră, în care se spunea că fuseseră deja plătiţi, că ţara şi comunitatea ştiinţifică îşi puneau nădejdea în ei şi că, dacă renunţau la călătorie, reputaţiile aveau să le fie iremediabil distruse. Astfel

chinuiţi, şi-au continuat drumul pe mare, dar între timp au aflat vestea că Sumatra căzuse în mâinile francezilor, aşa că au observat tranzitul, fără rezultate concludente, de la Capul Bunei Speranţe. În drum către casă, s-au oprit pe Sfânta Elena, singuraticul afloriment din mijlocul Atlanticului, unde s-au întâlnit cu Maskelyne, ale cărui observaţii fuseseră zădărnicite de nori. Mason şi Maskelyne au legat o prietenie trainică şi au petrecut câteva săptămâni fericite şi poate chiar de un oarecare folos înregistrând mareele.

La puţin timp după aceea, Maskelyne s-a întors în Anglia, unde a devenit astronom al Casei Regale, iar Mason şi Dixon – acum în mod evident ceva mai temperaţi – au pornit într-o lungă şi adesea periculoasă călătorie de patru ani, într-o cercetare de-a lungul a trei sute nouăzeci şi trei de kilometri prin periculoasa sălbăticie americană, pentru a rezolva o dispută în privinţa graniţei între William Penn şi Lord Baltimore, respectiv între coloniile lor, Pennsylvania şi Maryland. A rezultat faimoasa linie Mason-Dixon care mai târziu a căpătat semnificaţia simbolică de linie ce despărţea statele sclavagiste de statele libere. (Deşi principala lor sarcină era stabilirea liniei, au participat şi la câteva studii astronomice, stabilind una dintre cele mai exacte măsurători ale unui grad de meridian din acel secol – o reuşită care le-a adus mult mai multă faimă în Anglia decât rezolvarea unei dispute pentru graniţă dintre doi aristocraţi răsfăţaţi.)

În Europa, Maskelyne şi omologii săi germani şi francezi au fost nevoiţi să tragă concluzia că măsurătorile tranzitului din 1761 au fost în esenţă un eşec. Ironia vine din existenţa prea multor observaţii care, adunate laolaltă, se dovedeau de multe ori contradictorii şi imposibil de coroborat. Norocul unei înregistrări reuşite a tranzitului lui Venus i-a revenit în schimb unui prea puţin cunoscut căpitan de vas din Yorkshire, pe nume James Cook, care l-a urmărit în 1769 de pe un vârf de deal însorit din Tahiti şi

apoi a explorat Australia şi a revendicat-o în numele coroanei britanice. La întoarcerea sa, existau suficiente informaţii pentru ca astronomul francez Joseph Lalande să calculeze distanţa aproximativă de la Pământ la Soare ca fiind puţin peste 150 de milioane de kilometri. (Două tranzituri ulterioare din secolul al XIX-lea le-au permis astronomilor să stabilească cifra la 149,59 de milioane de kilometri, rămasă valabilă până astăzi. Acum ştim că distanţa exactă este de 149,597870691 milioane de kilometri.) În sfârşit, Pământul avea o poziţie în spaţiu.

*

Cât despre Mason şi Dixon, aceştia s-au întors în Anglia ca nişte eroi ai ştiinţei şi, din motive necunoscute, au renunţat la parteneriatul lor. Având în vedere frecvenţa cu care au participat la evenimentele ştiinţifice din secolul al XVIII-lea, se ştiu remarcabil de puţine lucruri despre fiecare dintre ei. Nu există portrete, iar referinţele scrise sunt foarte puţine. În mod inexplicabil, *Dictionary of National Biography (Dicţionarul biografiilor naţionale)* notează despre Dixon: „Se spune că s-a născut într-o mină de cărbune”, dar lasă în seama cititorului să inventeze explicaţii plauzibile asupra circumstanţelor, adăugând că a murit în 1777 la Durham. Cu excepţia numelui şi a îndelungatei legături cu Mason, nu se mai ştie nimic altceva.

Nici situaţia lui Mason nu se distinge prin limpezime. Ştim că în 1772, la solicitarea lui Maskelyne, a acceptat misiunea de a găsi un munte potrivit pentru experimentul devierii gravitaţionale şi, după un timp, a venit cu răspunsul că muntele de care aveau nevoie se afla în regiunea centrală a Munţilor Highlands din Scoţia, puţin mai sus de Loch Tay, şi se numea Schiehallion. Însă nimic nu l-a putut determina să îşi petreacă o vară cu observarea acestuia. Nu s-a mai întors niciodată pe teren. Următoarea

sa mişcare cunoscută a fost în 1786, când, brusc şi misterios, a apărut la Philadelphia împreună cu soţia şi cei opt copii, pare-se în pragul mizeriei. Nu mai fusese în America după încheierea studiului său, cu optsprezece ani înainte, şi nu se poate bănui niciun motiv pentru care s-ar fi aflat acolo, dat fiind că nu avea prieteni sau angajatori care să-l aştepte. A murit câteva săptămâni mai târziu.

Cum Mason a refuzat să studieze muntele, sarcina a rămas în seama lui Maskelyne. Aşa că, în vara anului 1774, Maskelyne a trăit vreme de patru luni într-un cort, într-o vâlcea îndepărtată din Scoţia, şi şi-a petrecut timpul conducând o echipă de cercetători, făcând sute de măsurători din toate poziţiile posibile. Pentru a se calcula masa muntelui pornind de la toate acele numere, era nevoie de o mulţime de calcule plicticoase, iar pentru aceasta a fost angajat un matematician pe nume Charles Hutton. Cercetătorii au umplut o hartă cu zeci de cifre, fiecare marcând înălţimea într-un anume punct de pe sau din jurul muntelui. Practic, nu erau nimic altceva decât o mulţime de numere confuze, dar Hutton a observat că putea folosi un creion pentru a uni punctele de înălţimi egale, moment în care totul devenea mult mai ordonat. Şi, într-adevăr, se putea obţine imediat o imagine de ansamblu a formei şi înclinaţiei muntelui. Şi aşa a inventat el liniile de contur.

Prin extrapolarea măsurătorilor de pe Schiehallion, Hutton a calculat masa Pământului la cinci mii de milioane de milioane de tone. Pornind de la aceasta, se puteau deduce, cu o exactitate rezonabilă, masele tuturor celorlalte corpuri importante din sistemul solar, inclusiv a Soarelui. Aşadar, în urma acestui unic experiment, am aflat masa Pământului, a Soarelui, a Lunii, a celorlalte planete şi a lunilor lor şi am obţinut pe deasupra liniile de contur, ceea ce nu sună rău pentru o vară de muncă.

Însă nu toată lumea a fost mulţumită de rezultate. Experimentul de pe Schiehallion avea un neajuns, anume

acela că nu se putea obţine o cifră cu adevărat corectă fără a cunoaşte densitatea reală a muntelui. Din raţiuni de calcul, Hutton a presupus că muntele avea aceeaşi densitate cu piatra obişnuită, de circa două ori şi jumătate mai mare decât cea a apei, dar aceasta nu însemna nimic mai mult decât o aproximare.

Şi iată că unul dintre cei care s-au preocupat de această problemă a fost un paroh, pe numele său John Michell, care locuia în Thornhill, un sătuc singuratic din Yorkshire, o persoană de la care nu te-ai fi aşteptat la un astfel de interes. În ciuda condiţiei sale diferite şi, prin comparaţie, umile, Michell a fost una dintre marile minţi ştiinţifice ale secolului al XVIII-lea, profund respectat pentru aceasta.

Printre multe altele, el şi-a dat seama de natura ondulatorie a cutremurelor de pământ, a desfăşurat numeroase cercetări originale legate de magnetism şi de gravitaţie şi, un fapt extraordinar, a prevăzut posibilitatea existenţei găurilor negre cu două sute de ani înaintea oricui altcuiva – un salt pe care nici măcar Newton nu l-a putut face. Atunci când muzicianul de origine germană William Herschel a hotărât că adevărata pasiune a vieţii sale era astronomia, Michell a fost cel căruia i s-a adresat pentru a primi instrucţiuni despre construirea unui telescop, o amabilitate pentru care ştiinţa planetară îi va rămâne profund îndatorată pentru totdeauna[9].

Dar, dintre toate realizările lui Michell, niciuna nu a fost mai ingenioasă şi nu a produs un impact mai mare decât maşina pe care a inventat-o şi a construit-o pentru a măsura masa Pământului. Din nefericire, a murit înainte să poată desfăşura experimentele, iar ideea şi echipamentul au fost trecute în seama unui om de ştiinţă londonez genial, dar de o nemaiîntâlnită timiditate, pe nume Henry Cavendish.

Cavendish este el însuşi o carte. Născut într-o familie privilegiată – bunicii lui erau duci de Devonshire şi,

respectiv, de Kent –, a fost cel mai talentat om de ştiinţă englez al epocii sale, dar şi cel mai ciudat. Potrivit unuia dintre cei câţiva biografi ai săi, suferea de timiditate „în asemenea măsură, încât aproape friza patologicul”. Pentru el, orice contact uman era un motiv de profund disconfort.

Odată, a deschis uşa casei şi a găsit pe treptele de la intrare un admirator austriac, abia sosit de la Viena. Foarte încântat, austriacul a început să înşire laude fără sfârşit. Vreme de câteva minute, Cavendish a primit complimentele de parcă ar fi fost lovituri cu un obiect contondent şi apoi, incapabil să le mai ţină piept, a fugit pe alee, lăsând uşa de la intrare larg deschisă. Au trecut ore bune până când a putut fi ademenit să se întoarcă pe proprietatea sa. Chiar şi cu menajera comunica numai prin scrisori.

Iar dacă uneori se aventura în societate – era un adept devotat al seratelor ştiinţifice săptămânale găzduite de marele naturalist Sir Joseph Banks –, întotdeauna li se explica limpede celorlalţi oaspeţi că sub niciun motiv nu îl puteau aborda pe Cavendish, ba nici măcar nu se puteau uita la el. Cei care doreau să-i ceară părerea erau sfătuiţi să se apropie de el ca din întâmplare şi să „vorbească în gol, cum s-ar spune”. Dacă observaţiile lor aveau vreo valoare ştiinţifică, se puteau aştepta să primească un răspuns mormăit, dar de cele mai multe ori auzeau un chiţăit exasperat (se pare că vocea lui avea un timbru ascuţit), iar când se întorceau, îi întâmpina cu adevărat golul, în vreme ce Cavendish putea fi zărit refugiindu-se într-un colţ mai liniştit.

Averea sa şi înclinaţiile spre solitudine i-au permis să îşi transforme casa din Clapham într-un imens laborator, în care putea călători netulburat prin toate colţurile ştiinţei fizicii – electricitate, căldură, gaze şi tot ce avea de-a face cu compoziţia materiei. În cea de-a doua jumătate a secolului al XVIII-lea, oamenii cu înclinaţii ştiinţifice au devenit din ce în ce mai interesaţi de proprietăţile fizice ale lucrurilor fundamentale – în special gazele şi electricitatea

– şi au început să cerceteze ce puteau face cu ele, de multe ori dând dovadă mai mult de entuziasm decât de raţiune. În America, a rămas faimoasă isprava lui Benjamin Franklin, care şi-a riscat viaţa înălţând un zmeu pe furtună, printre tunete şi fulgere. În Franţa, un chimist pe nume Pilatre de Rozier a testat inflamabilitatea hidrogenului inhalând o gură zdravănă din acest gaz şi suflând-o peste o flacără deschisă, ceea ce a dovedit pe dată că hidrogenul este într-adevăr un combustibil exploziv, dar şi că sprâncenele nu sunt neapărat o prezenţă permanentă pe chipul omului. În ceea ce-l priveşte pe Cavendish, a desfăşurat la rându-i experimente în care subiectul era el însuşi; se supunea unor şocuri electrice de intensitate tot mai mare, notând cu sârguinţă nivelurile crescânde de suferinţă, până când pana îi aluneca din mână, ba chiar, uneori, aluneca şi el în inconştienţă.

În decursul lungii sale vieţi, Cavendish a făcut o serie de descoperiri însemnate – printre multe altele, a fost prima persoană care a izolat hidrogenul şi tot prima care l-a combinat cu oxigenul pentru a forma apa –, dar aproape nimic din ce a făcut nu a scăpat complet de marca ciudăţeniei sale. De multe ori, în lucrările pe care le făcea publice apăreau aluzii la rezultate ale unor experimente despre care nu spusese nimic nimănui, spre permanenta exasperare a oamenilor de ştiinţă din vremea sa. Nu doar că semăna cu Newton prin secretomania lui, dar l-a depăşit cu mult. Experimentele legate de conductivitatea electrică erau cu un secol înaintea timpului său, dar, din nefericire, au rămas necunoscute până când acel secol a trecut. În realitate, cea mai mare parte din activitatea sa nu a fost cunoscută până la sfârşitul secolului al XIX-lea, când fizicianul James Clerk Maxwell de la Cambridge s-a dedicat efortului de a transcrie lucrările lui Cavendish, dar la acel moment, aproape fără excepţie, recunoaşterea pentru descoperirile sale fusese revendicată de altcineva.

Printre multe altele, şi fără să spună nimănui, Cavendish a descoperit sau a anticipat legea conservării energiei, sau legea lui Ohm, legea presiunilor parţiale a lui Dalton, legea proporţiilor echivalente a lui Richter, legea creşterii presiunii la volum constant a lui Charles, precum şi principiile conductivităţii electrice. Şi acestea sunt numai câteva. Potrivit lui J.G. Crowther, istoric al ştiinţei, a făcut de asemenea primii paşi spre „lucrările lui Kelvin şi G.H. Darwin referitoare la efectul mareelor de scădere a vitezei de rotaţie a Pământului şi spre descoperirea lui Larmor, publicată în 1915, referitoare la efectul răcirii atmosferice locale… lucrările lui Pickering despre amestecurile de refrigerare şi câteva dintre lucrările lui Rooseboom despre echilibrele în sistemele eterogene”. În sfârşit, a lăsat indicii care au dus direct la descoperirea grupului de elemente cunoscute sub numele de gaze nobile, unele fiind atât de derutante, încât ultimul dintre ele a fost descoperit abia în 1962. Dar pe noi ne interesează aici ultimul experiment cunoscut al lui Cavendish, de la sfârşitul verii lui 1797, când, la vârsta de şaizeci şi şapte de ani, şi-a îndreptat atenţia asupra echipamentelor lăsate lui – evident, numai din respect ştiinţific – de către John Michell.

Când a asamblat piesele echipamentului, aparatul lui Michell nu putea fi asemuit decât cu o versiune de secol al XVIII-lea a unui aparat dintr-o sală de forţă. Avea în componenţă greutăţi, contragreutăţi, pendule, tije şi fire de torsiune. În mijlocul maşinăriei se aflau două bile de plumb de câte 159 kg fiecare, alături de alte două sfere mai mici, suspendate. Între sferele mari şi cele mai mici acţionau forţe gravitaţionale, determinând o deviere a tijei pe care erau fixate corpurile de probă; măsurarea unghiului de torsiune a firului ce susţinea tija avea să permită prima măsurătoare a misterioasei forţe cunoscute drept constantă gravitaţională, pornind de la care se putea deduce greutatea (sau, mai corect, masa)[10] Pământului.

Întrucât forţa gravitaţională ţine planetele pe orbită şi determină obiectele căzătoare să aterizeze cu impact, avem tendinţa să credem că este o forţă puternică, dar în realitate nu e aşa. Este puternică numai într-un sens generalizat, când un obiect masiv, cum ar fi Soarele, atrage un alt obiect masiv, cum ar fi Pământul. La nivel elementar, forţa gravitaţională este extrem de firavă. De fiecare dată când luaţi o carte de pe masă sau o monedă de pe podea, învingeţi fără niciun efort forţa gravitaţională exercitată de o întreagă planetă. Cavendish încerca să măsoare forţa gravitaţională la acest nivel extrem de uşor, ca un fulg.

Delicateţea era noţiunea esenţială. Nici măcar o şoaptă nu avea voie să tulbure camera în care se afla balanţa, de aceea el însuşi s-a plasat într-o cameră învecinată şi şi-a făcut observaţiile folosind un telescop introdus printr-un orificiu de control. Lucrul cerea o rigurozitate incredibilă şi presupunea şaptesprezece măsurători delicate, interconectate, care s-au extins pe aproape un an. Când, în fine, şi-a încheiat măsurătorile, Cavendish a anunţat că Pământul cântărea puţin mai mult de 13.000.000.000.000.000.000.000 de livre sau şase miliarde de mii de miliarde de tone (6×1024 kilograme), pentru a folosi unităţi de măsură moderne (o tonă în sistemul metric are 1.000 de kilograme sau 2.205 de livre).

În prezent, oamenii de ştiinţă au la dispoziţie aparate atât de precise, încât pot detecta greutatea unei singure bacterii şi atât de delicate, încât măsurătorile pot fi deranjate de căscatul unei persoane aflate la douăzeci de metri depărtare, dar nu au adus îmbunătăţiri semnificative faţă de măsurătorile lui Cavendish din 1797. Cele mai exacte estimări actuale plasează greutatea Pământului la 5,9725 miliarde de mii de miliarde de tone (5,97×1024 kilograme), la o diferenţă de numai un procent faţă de calculele lui Cavendish. Interesant este faptul că toate acestea nu au făcut decât să confirme estimările la care

ajunsese Newton cu o sută zece ani înainte de Cavendish, fără să fi folosit niciun fel de dovezi experimentale.

În orice caz, până la finele secolului al XVIII-lea, oamenii de ştiinţă cunoşteau cu precizie forma şi dimensiunile Pământului şi distanţa faţă de Soare şi planete; iar acum Cavendish, fără măcar să îşi părăsească locuinţa, le-a oferit şi greutatea lui. Aţi putea crede că determinarea vârstei Pământului ar fi trebuit să fie de acum o chestiune destul de uşoară. La urma urmelor, materialele necesare se aflau literalmente la picioarele lor. Ei bine, nu. Fiinţele umane au reuşit să desfacă atomul şi să inventeze televiziunea, nailonul şi cafeaua instant înainte de a reuşi să afle ce vârstă are propria planetă.

Pentru a înţelege de ce, trebuie să călătorim în nordul Scoţiei şi să pornim de la un bărbat strălucit şi genial, despre care prea puţini auziseră şi care tocmai inventase o ştiinţă nouă numită geologie.

Capitolul 5

Sfarmă-Piatră

Chiar în momentul în care Henry Cavendish îşi încheia experimentele la Londra, la şase sute cincizeci de kilometri depărtare, la Edinburgh, era pe cale să aibă loc un alt moment de încheiere, odată cu moartea lui James Hutton. Era o veste proastă pentru Hutton, fără îndoială, dar una bună pentru ştiinţă, pentru că lăsa cale liberă unui individ pe nume John Playfair, care a putut rescrie opera lui Hutton fără să se teamă că va face vreo gafă jenantă.

După toate aparenţele, Hutton era un om cu percepţii dintre cele mai profunde şi cu darul celei mai animate conversaţii, o companie încântătoare, şi nu avea rival când venea vorba de înţelegerea misterioaselor procese lente care au modelat Pământul. Din nefericire, era peste puterile lui să îşi adune ideile într-o formă cât de cât

inteligibilă pentru vreo altă fiinţă umană. După cum observa un biograf cu un suspin aproape sonor, „era practic imposibil de acuzat că ar fi avut vreo veleitate retorică”. Aproape fiecare rând pe care l-a scris vreodată avea efectul unui somnifer. Iată o mostră din capodopera sa din 1795, A Theory of the Earth with Proofs and Illustrations (O teorie a Pământului cu dovezi şi ilustraţii), în care vorbeşte despre... în fine, despre ceva:

> *Lumea în care trăim este alcătuită din materiale provenite nu din pământul care este predecesorul imediat al pământului din prezent, ci din pământul pe care, în ordine ascendentă de la cel din prezent, îl considerăm al treilea, şi care a precedat pământul care se afla deasupra suprafeţei mării, în vreme ce pământul nostru din prezent se afla încă sub apele oceanului.*

Cu toate acestea, aproape de unul singur şi cu rezultate remarcabile, am spune, a creat ştiinţa geologiei şi a metamorfozat înţelegerea noastră asupra Pământului.

Hutton s-a născut în 1726, într-o prosperă familie scoţiană, şi s-a bucurat de toate facilităţile materiale, astfel încât şi-a permis să îşi dedice o mare parte a vieţii, expansiv şi vesel, muncii uşoare şi dezvoltării intelectuale. A studiat medicina, dar nu a găsit-o pe placul său, alegând în schimb să fie fermier; şi-a urmat ocupaţia într-o manieră relaxată şi ştiinţifică, pe pământurile familiei din Berwickshire. În 1768, sătul de câmpuri şi de cirezile de animale, s-a mutat la Edinburgh, unde a pus bazele unei firme de succes care producea clorură de amoniu din pulbere de cărbune, şi s-a îndeletnicit cu diverse căutări ştiinţifice. La acea vreme, Edinburgh era un puternic centru intelectual, iar Hutton s-a bucurat din plin de posibilităţile sale numeroase. A devenit membru marcant al unei societăţi numite Oyster Club, unde îşi petrecea serile în compania unor bărbaţi de talia economistului Adam

Smith, a chimistului Joseph Black şi a filosofului David Hume, precum şi a unor minţi strălucite aflate în vizite ocazionale, precum Benjamin Franklin sau James Watt.

Conform tradiţiei acelor zile, pe Hutton îl preocupa aproape totul, de la mineralogie la metafizică. A desfăşurat experimente cu substanţe chimice, a investigat metode de exploatare minieră a cărbunelui şi de construire a canalelor, a vizitat mine de sare, a făcut speculaţii referitoare la mecanismele eredităţii, a colecţionat fosile şi a propus teorii despre ploaie, compoziţia aerului şi legile mişcării, printre multe altele. Dar geologia l-a pasionat în mod deosebit.

Printre întrebările care au suscitat interes în acea epocă a curiozităţii fanatice s-a aflat una care i-a nedumerit pe oameni o lungă perioadă: de ce pe vârfurile munţilor se descopereau atât de des cochilii vechi de scoici şi alte fosile marine? Cum Dumnezeu ajunseseră acolo? Cei care credeau că au găsit un răspuns s-au grupat în două tabere. Un grup, cunoscut sub numele de neptunieni, era convins că tot ce se găseşte pe Pământ, inclusiv cochiliile de scoici aflate în locuri neobişnuit de înalte, putea fi explicat prin creşterea şi descreşterea nivelului mării. Ei credeau că munţii, dealurile şi alte forme de relief erau la fel de vechi ca Pământul însuşi şi că sufereau modificări numai atunci când peste ele se revărsau apele, în perioadele de inundaţii globale.

La polul opus se aflau plutonienii, care au remarcat că vulcanii şi cutremurele de pământ, precum şi alţi agenţi activi, schimbă permanent faţa planetei, dar în mod cert nu datorează nimic imprevizibilităţii apelor. Plutonienii au ridicat de asemenea ciudata întrebare referitoare la locul în care se duce apa în afara perioadelor de inundaţie. Dacă există suficientă apă ca să inunde Alpii în unele momente, atunci unde se duce ea în momentele de linişte, precum cel de acum? Ei aveau credinţa că Pământul este supus atât unor forţe interne profunde, precum şi unora de suprafaţă.

Însă nu au putut explica destul de convingător cum au ajuns acolo sus cochiliile de scoici.

Şi tocmai când oamenii îşi rumegau nedumeririle referitoare la aceste chestiuni, Hutton a venit cu o serie de propuneri excepţionale. Din observaţiile asupra pământului făcute la ferma sa, a văzut că solul se crea prin eroziunea rocilor şi că particule din acest sol erau permanent luate şi purtate de pârâuri şi râuri şi depozitate în alte părţi. Şi-a dat seama că, dacă acest proces ar continua până la încheierea sa firească, atunci Pământul ar ajunge într-un final aproape plat. Şi totuşi, peste tot în jurul lui erau dealuri. În mod evident, trebuiau să existe nişte procese adiţionale, vreo formă oarecare de ridicare şi înnoire, prin care se creau munţi şi dealuri noi, pentru a perpetua ciclul. Fosilele marine din vârfurile munţilor, a decretat el, nu au ajuns acolo în timpul inundaţiilor, ci s-au ridicat odată cu munţii înşişi. De asemenea, a dedus că aceea care a creat roci şi continente noi şi a ridicat lanţuri muntoase era căldura din interiorul Pământului. Nu exagerăm cu nimic spunând că geologii nu au asimilat pe deplin implicaţiile acestei observaţii decât două sute de ani mai târziu, când, în sfârşit, au adoptat conceptul de plăci tectonice. Dincolo de acestea, teoriile lui Hutton afirmau că procesele care au modelat Pământul au necesitat perioade enorme, mult mai lungi decât şi-ar fi închipuit cineva vreodată. Regăsim aici suficiente indicii pentru a metamorfoza radical înţelegerea noastră despre planetă.

În 1785, Hutton şi-a reunit ideile într-o lungă lucrare ce a fost citită în sesiuni consecutive la Academia Regală din Edinburgh. Aproape că nu a fost deloc remarcată. Şi nici nu e greu de înţeles de ce. Iată o mostră din modul în care a prezentat-o el audienţei:

> *Într-o anumită situaţie, cauza formării se găseşte în corpul care este separat; căci, după ce corpul a fost realizat prin căldură, prin reacţia materiei înseşi a*

corpului ia naştere falia care formează filonul. În celălalt caz, cauza este extrinsecă prin relaţie cu corpul în care se formează falia. Au existat fracturi şi convulsii dintre cele mai violente; dar cauza trebuie căutată încă; şi nu este evidentă în vână; pentru că nu se află în fiecare fractură şi dislocare a corpului solid al pământului nostru, în care se găsesc mineralele sau substanţele filoanelor minerale însele.

Inutil să mai spunem că aproape nimeni din public nu avea nici cea mai vagă idee despre ce vorbea. Încurajat de prietenii săi să îşi dezvolte teoriile, în speranţa mişcătoare că, dacă lucra într-un format mai extins, va putea cumva să nimerească vreo formulare mai clară, Hutton şi-a petrecut următorii zece ani pregătind un opus magnum, care a fost publicat în două volume în 1795.

Luate împreună, cele două cărţi însumează aproape o mie de pagini şi, uimitor, depăşesc cu mult cele mai sumbre aşteptări ale celor mai pesimişti prieteni ai săi. Dacă nu prin altceva, atunci fie şi numai prin faptul că aproape jumătate din forma finală a lucrării o reprezentau citate din lucrări franţuzeşti, lăsate în original. Un al treilea volum era atât de neatrăgător, încât a fost publicat abia în 1899, la mai bine de un secol de la moartea lui Hutton, iar al patrulea şi ultimul volum nu a fost publicat niciodată. Lucrarea Theory of the Earth (Teoria Pământului) a lui Hutton este unul dintre cei mai puternici candidaţi la titlul de cea mai puţin citită carte importantă de ştiinţă (sau ar putea fi, dacă nu ar exista atât de multe altele). Chiar şi Charles Lyell, cel mai mare geolog al secolului următor, un om care a citit tot ce se putea citi, a recunoscut că nu a reuşit să o parcurgă până la capăt.

Din fericire, Hutton a avut un Boswell al său în persoana lui John Playfair, profesor de matematică la Universitatea din Edinburgh şi prieten apropiat, care nu numai că ştia să compună o proză curgătoare, ci – graţie atâtor ani petrecuţi

alături de Hutton – chiar înţelegea, în cele mai multe cazuri, ce încerca să spună acesta. În 1802, la cinci ani după moartea lui Hutton, Playfair a venit cu o expunere simplificată a principiilor huttoniene intitulată Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth (Ilustrări ale teoriei huttoniene asupra Pământului). Cartea a fost primită cu recunoştinţă de cei care se interesau realmente de geologie şi care, în 1802, nu erau tocmai numeroşi. Dar situaţia aceasta era pe cale să se schimbe. Şi încă radical!

În iarna anului 1807, treisprezece suflete cu un gând comun din Londra s-au întâlnit la Taverna Francmasonilor din Long Acre, în Covent Garden, pentru a forma un club care avea să fie numit Societatea Geologică. Aveau intenţia să se întâlnească o dată pe lună ca să facă schimb de opinii geologice la un pahar sau două de Madeira şi la o cină prietenească. Preţul mesei a fost stabilit intenţionat la un usturător cincisprezece şilingi, pentru a-i descuraja pe cei ale căror referinţe se limitau la calităţile intelectuale. Însă şi-au dat seama curând că era nevoie de o formă mai instituţionalizată, cu un sediu permanent, unde să se poată reuni pentru a-şi împărtăşi şi discuta descoperirile. În numai un deceniu, numărul membrilor a crescut la patru sute – fireşte, numai gentlemeni în continuare –, iar Societatea Geologică ameninţa să eclipseze Academia Regală în calitate de cea dintâi organizaţie ştiinţifică din ţară.

Membrii se întâlneau de două ori pe lună, din noiembrie până în iunie, când practic toţi plecau să facă cercetări pe teren pe perioada verii. După cum vă închipuiţi, aceşti oameni nu aveau interese materiale în descoperirea mineralelor, iar cei mai mulţi dintre ei nu erau nici măcar înalţi oameni de ştiinţă; erau pur şi simplu nobili care dispuneau de suficientă avere şi timp pentru a-şi permite un hobby la un nivel mai mult sau mai puţin profesionist. În

1830 erau deja 745 şi formau o adunare cum lumea nu avea să mai vadă.

Acum ne este greu să ne imaginăm, dar în secolul al XIX-lea geologia trezea atât de mult interes – practic, acaparând întregul secol – cum nu a mai reuşit niciodată vreo ştiinţă înainte sau după aceea. În 1839 Roderick Murchison a publicat The Silurian System (Sistemul silurian), un studiu măricel şi consistent despre un anume tip de rocă, numit greywacke, care a devenit imediat bestseller, cu patru ediţii epuizate rapid, în ciuda faptului că un exemplar costa opt guinee şi era, în cel mai pur stil huttonian, imposibil de lecturat. (După cum a trebuit să recunoască până şi un susţinător al lui Murchison, suferea „de o carenţă totală de calităţi literare atractive".) Iar atunci când marele Charles Lyell a călătorit în 1841 în America, pentru a susţine o serie de discursuri la Boston, audienţe de până la trei mii de oameni s-au îngrămădit la Institutul Lowell ca să asculte descrierile tranchilizante despre zeoliţi marini şi perturbaţiile seismice din Campania.

În toată lumea modernă, inteligentă, dar mai ales în Marea Britanie, oamenilor învăţaţi le plăcea să se aventureze la ţară, să devină un pic de Sfarmă-Piatră, după cum se exprimau ei. Îşi luau foarte în serios căutările şi, în general, se îmbrăcau cu seriozitatea cuvenită, cu pălării şi costume negre, cu excepţia reverendului William Buckland din Oxford, care avea obiceiul să-şi desfăşoare munca de teren într-o robă academică.

Această muncă de teren a atras numeroase figuri extraordinare, printre care, şi nu dintre cei mai neimportanţi, sus-menţionatul Murchison, care şi-a petrecut primii treizeci şi mai bine de ani din viaţă vânând vulpi în galopul calului, transformând păsări cu handicap de zbor în nori de pene plutitoare cu cartuşe de calibru mare şi fără să demonstreze vreun fel de agilitate mentală, mai presus de nivelul necesar pentru lectura ziarului The

Times sau pentru a juca o mână la cărţi. Apoi şi-a descoperit interesul faţă de roci şi, cu o iuţeală neobişnuită, s-a transformat într-un titan al descoperirilor geologice.

Apoi mai era doctorul James Parkinson, pe lângă altele, un socialist timpuriu şi autorul a numeroase pamflete provocatoare, ca Revoluţie fără vărsare de sânge. În 1794 s-a trezit implicat într-o conspiraţie cu o tentă uşor nebunească numită „Complotul puşcociului”, în care se plănuia rănirea mortală a regelui George al III-lea în gât, cu o săgeată otrăvită, pe când stătea în loja sa de la teatru. Parkinson a fost târât în faţa Consiliului Privat al Coroanei, pentru interogatoriu, şi s-a aflat la un pas de a fi trimis în lanţuri în Australia, cu puţin înainte ca acuzaţiile împotriva lui să fie retrase fără vâlvă. Adoptând o traiectorie mai conservatoare în viaţă, şi-a dezvoltat interesul pentru geologie şi a devenit unul dintre membrii fondatori ai Societăţii Geologice şi autorul unui important text în domeniu, Organic Remains of a Former World (Rămăşiţe organice ale unei foste lumi), care a rămas pe piaţă vreme de o jumătate de secol. Nu a mai provocat niciodată probleme. Astăzi însă ne amintim de el pentru studiul său revoluţionar referitor la boala care pe atunci se numea „paralizie spastică” şi care este cunoscută de atunci încoace drept boala lui Parkinson. (Parkinson şi-a mai câştigat o oarecare faimă şi printr-o altă mică ispravă. În 1785 a devenit probabil unica persoană din istorie care a câştigat un muzeu de istorie naturală la o loterie. Muzeul, aflat în Leicester Square din Londra, fusese fondat de Sir Ashton Lever, care ajunsese la faliment prin frenezia cu care colecţiona minuni naturale. Parkinson a păstrat muzeul deschis până în 1805, când nu l-a mai putut finanţa, iar colecţia a fost împărţită şi vândută pe bucăţi.)

O personalitate poate nu la fel de remarcabilă, dar mult mai influentă decât toţi ceilalţi la un loc a fost Charles Lyell. Lyell s-a născut în anul în care a murit Hutton, la o depărtare de numai 110 km, în sătucul Kinnordy. Deşi

scoţian prin naştere, a crescut în sudul îndepărtat al Angliei, în Pădurea Nouă din Hampshire, deoarece mama sa era convinsă că scoţienii erau nişte beţivani neisprăviţi. După cum se întâmpla în general cu nobilii oameni de ştiinţă din secolul al XIX-lea, Lyell provenea dintr-o familie cu o avere confortabilă şi cu vigoare intelectuală. Tatăl lui, care se numea tot Charles, se bucura de neobişnuita recunoaştere de a fi o autoritate marcantă în Dante şi în muşchi (Orthotricium lyelli, pe care majoritatea vizitatorilor regiunilor rurale ale Angliei s-au odihnit la un moment sau altul, a fost numit după el). De la tatăl său, Lyell s-a molipsit de interesul pentru istoria naturală, dar abia la Oxford, unde a căzut sub vraja reverendului William Buckland – cel cu robele fluturând în vânt –, şi-a căpătat tânărul Lyell pasiunea de o viaţă pentru geologie.

Buckland era un fel de ciudăţenie încântătoare. A avut şi câteva reuşite reale, dar este cel puţin la fel de bine cunoscut pentru excentricităţile sale. A fost remarcat în mod deosebit pentru că ţinea o adevărată menajerie de animale sălbatice, dintre care unele mari şi periculoase, care aveau voie să se plimbe libere prin casa şi grădina sa, şi pentru dorinţa sa de a cunoaşte îndeaproape, în propria farfurie, tot felul de animale de pe pământ. În funcţie de toane şi de oferta disponibilă, oaspeţii casei Buckland puteau fi serviţi cu cobai la cuptor, şoareci în aluat, arici fripţi sau melci de mare, din Asia de Sud-Est, fierţi. Buckland reuşea să le găsească fiecăruia dintre ei calităţi culinare, cu excepţia cârtiţei obişnuite de grădină, pe care a declarat-o dezgustătoare. Cum era de aşteptat, a devenit o autoritate recunoscută în materie de coprolite – fecale animale fosilizate –, având până şi o masă făcută integral din colecţia sa de specimene.

Chiar şi atunci când desfăşura o activitate ştiinţifică serioasă, maniera sa era în general bizară. Odată, doamna Buckland a fost trezită în miez de noapte de soţul ei, care o scutura şi ţipa încântat: „Draga mea, cred că urmele de

Cheirotherium sunt fără îndoială asemănătoare cu cele de ţestoasă”. Amândoi s-au repezit spre bucătărie în cămăşile de noapte. Doamna Buckland a făcut o cocă pe care a întins-o pe masă, în vreme ce reverendul Buckland s-a dus să aducă ţestoasa familiei. Au pus-o pe foaia de cocă şi au îmboldit-o să meargă ca să descopere, spre încântarea lor, că urmele lăsate se potriveau într-adevăr cu cele ale fosilei pe care o studia Buckland. Charles Darwin îl considera pe Buckland un bufon – acesta era cuvântul pe care-l folosea –, dar Lyell părea să-l considere o sursă de inspiraţie şi îl simpatiza suficient de mult încât să plece cu el într-un tur al Scoţiei în 1824. La puţin timp după această călătorie, Lyell a decis să îşi abandoneze cariera în drept şi să se dedice exclusiv geologiei.

Lyell avea mari probleme cu vederea la distanţă şi a suferit mai toată viaţa de un strabism supărător, care îi dădea un aer chinuit (într-un final, şi-a pierdut complet vederea). O altă particularitate oarecum neobişnuită a sa era obiceiul de a se aşeza în poziţii neverosimile pe mobilă, atunci când era preocupat de vreun gând – stătea de-a curmezişul pe două scaune deodată sau „îşi odihnea capul pe un scaun, în timp ce stătea în picioare” (ca să-l cităm pe prietenul său, Darwin). De multe ori, atunci când era pierdut în gânduri, aluneca atât de tare pe scaun, încât aproape că atingea podeaua cu şezutul. Singura slujbă adevărată pe care a avut-o Lyell în viaţa lui a fost cea de profesor de geologie la King’s College din Londra, între 1831 şi 1833. Exact în această perioadă a scris The Principles of Geology (Principiile geologiei), publicată în trei volume, între 1830 şi 1833, care, în multe privinţe, consolida şi dezvolta ideile propuse pentru prima dată de Hutton, cu o generaţie înainte (deşi Lyell nu l-a citit niciodată pe Hutton în original, a fost un cercetător atent al versiunii refăcute de Playfair).

Între epoca lui Hutton şi cea a lui Lyell, în geologie apăruse o nouă controversă, care de multe ori se

suprapunea, dar de şi mai multe ori era confundată cu vechea dispută dintre neptunieni şi plutonieni. Noua bătălie a luat forma unei dispute între catastrofism şi uniformitarism – termeni destul de insipizi pentru o dispută importantă şi de foarte lungă durată. Catastrofiştii, după cum v-ar putea sugera şi numele, credeau că Pământul a fost modelat în urma unor evenimente cataclismice bruşte – în principal, inundaţii, acestea fiind motivul pentru care catastrofiştii şi neptunienii sunt, de multe ori şi în mod eronat, îngrămădiţi în aceeaşi categorie. Catastrofismul era în mod special liniştitor pentru clerici precum reverendul Buckland, deoarece le permitea să includă potopul biblic al lui Noe în discursurile ştiinţifice serioase. Dimpotrivă, uniformitariştii credeau că schimbările Pământului s-au produs treptat şi că aproape toate procesele prin care a trecut acesta au fost lente şi s-au întins pe perioade imense. Hutton a fost părintele acestei noţiuni într-o mai mare măsură decât Lyell, dar, întrucât majoritatea oamenilor l-au citit pe Lyell, el a devenit, în mintea celor mai mulţi, părintele gândirii geologice moderne, impresie păstrată până în prezent.

Lyell era de părere că modificările Pământului s-au petrecut uniform şi constant – că tot ce s-a întâmplat în trecut poate fi explicat prin evenimente care se desfăşoară şi astăzi. Lyell şi adepţii săi nu numai că dispreţuiau catastrofismul, ci îl detestau pur şi simplu. Catastrofiştii considerau că dispariţia speciilor făcea parte dintr-un ciclu în care animalele erau eliminate în mod repetat şi înlocuite cu grupuri noi – o convingere pe care naturalistul T.H. Huxley o asemuia în bătaie de joc cu „o succesiune de jocuri de whist, la sfârşitul căreia jucătorii răsturnau masa şi cereau un pachet nou de cărţi”. Era o modalitate simplistă de a explica necunoscutul. „Nu a existat niciodată o dogmă mai bine ticluită pentru a da naştere indolenţei şi a aplatiza marginea abruptă a curiozităţii”, replica batjocoritor Lyell.

Însă nici inadvertenţele lui Lyell nu erau de neglijat. Nu a reuşit să explice convingător cum s-au format lanţurile muntoase şi i-a scăpat rolul gheţarilor de agenţi ai schimbării. A refuzat să accepte ideea lui Agassiz despre epocile glaciare – „congelarea globului”, după cum o numea el dispreţuitor – şi era convins că mamiferele „aveau să fie descoperite în cele mai vechi pături de fosile”. A respins noţiunea potrivit căreia animalele şi plantele au suferit anihilări subite şi a considerat că toate grupele principale de animale – mamifere, reptile, peşti şi altele – au coexistat de la începutul timpurilor. Toate acestea aveau să fie, în ultimă instanţă, contrazise.

Şi totuşi, nu avem voie să desconsiderăm influenţa lui Lyell. *The Principles of Geology* a avut douăsprezece ediţii succesive în timpul vieţii sale şi a introdus noţiuni care au modelat gândirea geologică până târziu, în secolul XX. Darwin a luat cu el un exemplar din prima ediţie în călătoria de pe *Beagle* şi a notat după aceea că „marele merit al *Principiilor* a fost acela că a modificat complet înclinaţia minţii şi, prin aceasta, chiar atunci când vezi ceva ce Lyell nu a văzut, continui să priveşti acel lucru parţial prin ochii lui”. Pe scurt, l-a considerat aproape un zeu, cum au făcut mulţi din generaţia sa. Ca o mărturie a puternicei influenţe a lui Lyell, în anii 1980, când geologii au trebuit să abandoneze o parte din teoria sa pentru a integra teoria dispariţiei speciilor în urma unui impact, ruptura le-a provocat o suferinţă ucigătoare. Dar despre aceasta, într-un alt capitol.

Până atunci, geologia trebuia să lămurească o grămadă de dispute, şi nu toate s-au desfăşurat paşnic. Încă de la început, geologii au încercat să aşeze rocile în categorii, în funcţie de perioadele în care s-au format, dar s-au lovit de multe ori de neînţelegeri acute în legătură cu stabilirea liniilor de demarcaţie – între acestea, cea mai aspră a fost îndelunga dezbatere cunoscută acum sub numele de Marea Controversă Devoniană. Problema a apărut atunci când

reverendul Adam Sedgwick din Cambridge a vrut să includă în perioada cambriană un strat de roci despre care Roderick Murchison credea că aparţine de drept silurianului. Disputa s-a desfăşurat pătimaş timp de mai mulţi ani şi s-a aprins tot mai tare. „De la Beche este o javră mizerabilă”, îi scria Murchison unui prieten, într-o izbucnire caracteristică.

Ne putem face o oarecare idee despre profunzimea sentimentelor suscitate de această dispută parcurgând titlurile capitolelor din relatarea excelentă şi sobră a lui Martin J. S. Rudwick, *The Great Devonian Controversy (Marea controversă devoniană).* Seria începe destul de inofensiv cu titluri precum „Arenele dezbaterilor între gentlemeni” sau „Pietrele împrăştiate”, dar apoi trece la „*Greywacke* atacat şi apărat”, „Incriminări şi reincriminări”, „Împrăştierea zvonurilor murdare”, „Weaver îşi retractează erezia”, „Un provincial este pus la locul lui” şi (în cazul în care mai exista vreun dubiu că ne aflăm în plin război) „Murchison deschide campania de pe Rin”. Bătălia a încetat în sfârşit în 1879, printr-o soluţie simplă de compromis, aceea de a introduce o nouă perioadă, ordovicianul, între cambrian şi silurian.

Întrucât britanicii au fost cei mai activi în primii ani ai dezvoltării acestei discipline, în lexiconul geologiei predomină numele britanice. *Devonianul* provine, fireşte, de la regiunea engleză Devon. *Cambrianul* provine de la numele roman pentru Ţara Galilor, în vreme ce *ordovicianul* şi *silurianul* amintesc de vechi triburi galeze, ordovicii şi silurii. Dar, odată cu dezvoltarea prospectărilor geologice şi în alte regiuni, au început să se strecoare nume de peste tot. *Jurasicul* ne trimite la munţii Jura de la graniţa dintre Franţa şi Elveţia, *permianul* aminteşte de fosta provincie rusă Perm din munţii Urali, în vreme ce pentru cretacic (de la cuvântul latin pentru cretă) îi suntem îndatoraţi unui geolog belgian cu pomposul nume J.J. d’Omalius d’Halloy.

La început, istoria geologică era împărţită în patru intervale de timp: primarul, secundarul, terţiarul şi cuaternarul. Sistemul era mult prea simplu şi clar pentru a rezista în timp şi, ca urmare, geologii au adăugat în scurtă vreme alte diviziuni sau au eliminat unele dintre cele existente. Primarul şi secundarul au ieşit complet din uz, în vreme ce cuaternarul a fost eliminat de unii, dar menţinut de alţii. În prezent, numai terţiarul a fost menţinut ca o denumire universal acceptată, chiar dacă nu mai reprezintă a treia perioadă din nimic.

În ale sale *Principii,* Lyell a introdus unităţi noi, cunoscute sub numele de epoci sau serii, pentru a cuprinde perioada de la era dinozaurilor încoace, printre acestea aflându-se pleistocenul („cel mai recent”), pliocenul („mai recent”), miocenul („oarecum recent”) şi oligocenul („numai puţin recent”), acesta din urmă de-a dreptul mişcător prin confuzia lui. La început, Lyell intenţiona să folosească „-sincronic” ca sufix pentru denumirile sale, ceea ce ne-ar fi făcut probabil să ronţăim denumiri precum „meiosincronic” sau „pleiosincronic”. Reverendul William Whewell, o persoană influentă, a obiectat pe motive etimologice şi a sugerat în schimb un model cu sufixul „-os”, introducând denumiri precum „meionos”, „pleionos” şi tot aşa. Aşadar, terminaţiile în „-cen” au reprezentat, într-un fel, un compromis.

Astăzi, vorbind în termeni cât se poate de generali, timpul geologic este împărţit mai întâi în patru perioade mari, cunoscute drept ere: precambrian, paleozoic (de la cuvântul grecesc ce înseamnă „viaţă veche”), mezozoic („viaţă mijlocie”) şi cenozoic („viaţă recentă”). Aceste patru ere sunt apoi divizate într-o mulţime de subgrupuri, undeva între douăsprezece şi douăzeci, numite de obicei perioade, deşi uneori sunt cunoscute şi drept sisteme. Majoritatea acestora sunt, la rândul lor, destul de cunoscute: cretacic, jurasic, triasic, silurian şi tot aşa[11].

Apoi vin epocile lui Lyell – pleistocen, miocen şi tot aşa –, care se aplică numai ultimelor (dar foarte agitate paleontologic) şaizeci şi cinci de milioane de ani; şi, în sfârşit, avem o grămadă de subdiviziuni mai detaliate, cunoscute drept etape sau vârste. Majoritatea acestora îşi trag numele, aproape întotdeauna năstruşnice, de la diverse locuri: *illinoian, desmoinesian, croixian, kimmeridgian* şi altele asemenea. Potrivit lui John McPhee, acestea la un loc numără „zeci de duzini”. Din fericire, cu excepţia cazului în care vă alegeţi meseria de geolog, este puţin probabil să mai auziţi vreodată de ele.

Pentru ca lucrurile să se complice şi mai mult, etapele sau vârstele au nume diferite în America de Nord faţă de Europa şi, de multe ori, suprapunerea perioadelor este vag aproximativă. De exemplu, etapa nord-americană cincinnatian corespunde în mare parte cu etapa ashgillian din Europa, la care se adaugă o scurtă parte din etapa un pic mai timpurie a caradocianului.

În plus, multe dintre acestea diferă de la lucrare la lucrare şi de la persoană la persoană, astfel încât unele autorităţi în materie descriu şapte epoci recente, în vreme ce altele se mulţumesc cu patru. În unele cărţi, veţi descoperi că terţiarul şi cuaternarul au fost eliminate şi înlocuite cu perioade de diferite lungimi, numite paleogen şi, respectiv, neogen. Alţii împart precambrianul în două ere, foarte vechiul archean şi mai recentul proterozoic. Uneori veţi găsi şi termenul „phanerozoic”, folosit pentru a descrie perioada ce cuprinde cenozoicul, mezozoicul şi paleozoicul.

Mai mult, toate acestea se aplică numai intervalelor de timp. Rocile sunt împărţite în unităţi distincte, cunoscute drept sisteme, serii şi etape. De asemenea, se face o distincţie între târziu şi timpuriu (referitor la timp) şi între superior şi inferior (referitor la straturile de roci). Pentru un nespecialist, totul devine extrem de confuz, dar pentru un geolog lucrurile pot forma obiectul unei adevărate

pasiuni. „Am văzut oameni în toată firea înroşindu-se de furie din cauza acestei milisecunde metaforice din istoria vieţii”, scria paleontologul britanic Richard Fortey cu privire la o dispută îndelungată a secolului XX în privinţa graniţei dintre cambrian şi ordovician.

Astăzi, cel puţin, putem introduce în ecuaţie tehnici sofisticate de datare. În cea mai mare parte a secolului al XIX-lea, geologii nu îşi puteau pune speranţele decât într-o bâjbâială entuziastă. Era frustrant faptul că, deşi puteau aşeza diferitele roci şi fosile în ordine cronologică, în funcţie de vechimea lor, nu aveau nici cea mai vagă idee cât de lungă era fiecare dintre aceste epoci. Atunci când Buckland a început să speculeze pe marginea vechimii unui schelet de ihtiozaur, tot ce a putut face a fost să sugereze că acesta trăise undeva între „zece mii [şi] peste zece mii de ori câte zece mii” de ani mai înainte.

Chiar dacă nu exista nicio modalitate de datare a perioadelor, lumea nu ducea deloc lipsă de oameni dornici să încerce. Cea mai cunoscută tentativă timpurie datează din 1650, când arhiepiscopul James Ussher din Biserica Irlandeză a întreprins un studiu atent al Bibliei şi al altor surse istorice şi, într-un volum generos, denumit *Annals of the Old Testament (Analele Vechiului Testament),* a ajuns la concluzia că Pământul a fost creat la amiază, în data de 23 octombrie 4004 î.Hr., o afirmaţie care nu a încetat să-i amuze pe istorici şi pe autorii de studii de atunci încoace[12].

Că tot veni vorba, există un mit persistent – promovat chiar de numeroase cărţi serioase – potrivit căruia vederile lui Ussher au dominat convingerile ştiinţifice până târziu în secolul al XIX-lea, când a venit Lyell şi a pus lucrurile la locul lor. *În Time’s Arrow (Săgeata timpului),* Stephen Jay Gould citează drept exemplu tipic această frază dintr-o carte cunoscută în anii 1980: „Până la apariţia cărţii lui Lyell, majoritatea oamenilor cu judecată au acceptat ideea

că Pământul era tânăr”. În realitate, nu este aşa. După cum se exprimă Martin J.S. Rudwick, „niciun geolog de nicio naţionalitate a cărui muncă era luată în serios de alţi geologi nu a susţinut o scară temporală care să se înscrie în limitele unei exegeze literale a Genezei”. Până şi reverendul Buckland, un adevărat model de pioşenie pentru secolul al XIX-lea, a observat că nicăieri în Biblie nu se sugerează că Dumnezeu ar fi făcut cerul şi Pământul în prima zi, se spune doar că era „la început”. Acest început, a judecat el, ar fi putut dura „milioane şi milioane de ani”. Toată lumea a fost de acord că Pământul este vechi. Întrebarea era doar: cât de vechi?

Una dintre primele idei mai solide pentru aflarea vârstei planetei a venit de la Edmond Halley, veşnicul nostru ajutor, care în 1715 a sugerat că, dacă împărţim cantitatea totală de sare din mările lumii la cantitatea adăugată în fiecare an, putem obţine numărul de ani de când există oceanele, ceea ce ne va da cât de cât o idee despre vârsta Pământului. Logica părea atrăgătoare, dar, din nefericire, nimeni nu ştia câtă sare este în mare sau cu ce cantitate creşte în fiecare an, motiv pentru care experimentul era imposibil.

Prima încercare de a face măsurători care ar putea fi vag calificate drept ştiinţifice îi aparţine francezului Georges-Louis Leclerc, conte de Buffon, în anii 1770. Se cunoştea de multă vreme faptul că Pământul radiază cantităţi apreciabile de căldură – lucru evident pentru oricine a coborât într-o mină de cărbune –, dar nu exista nicio metodă de a estima rata disipării căldurii. Experimentul lui Buffon a constat în încălzirea unor sfere până când căpătau o strălucire alb-incandescentă şi apoi estimarea ratei de pierdere a căldurii prin atingerea lor (presupunem că foarte uşor la început), pe măsură ce se răceau. Astfel, el a estimat că vârsta Pământului s-ar afla undeva între 75.000 şi 168.000 de ani vechime. Fireşte că era o subapreciere considerabilă; reprezenta totuşi o noţiune

radicală, motiv pentru care Buffon s-a trezit ameninţat cu excomunicarea pentru această afirmaţie. Om practic, el a cerut pe loc iertare pentru erezia sa necugetată, pentru ca apoi să îşi repete bucuros afirmaţiile în toate lucrările de mai târziu.

Până la mijlocul secolului al XIX-lea, majoritatea celor avizaţi credeau că Pământul are cel puţin câteva milioane de ani vechime, poate chiar câteva zeci de milioane de ani, dar apreciau că nu mai mult de atât. De aceea, a fost o surpriză când, în 1859, Charles Darwin a anunţat în *Originea speciilor* că procesele geologice în urma cărora s-a creat Wealdul, o regiune din sudul Angliei ce se întinde peste Kent, Surrey şi Sussex, au durat, după calculele sale, 306.662.400 de ani. Era o afirmaţie uluitoare, parţial pentru că era atât de şocant de precisă, dar mai mult pentru că dădea peste nas opiniilor convenţionale despre vârsta Pământului[13]. S-a dovedit a atrage atâtea controverse, încât Darwin a retras-o din cea de-a treia ediţie a cărţii. Însă esenţa problemei a rămas. Darwin şi prietenii săi geologi aveau nevoie de un Pământ bătrân, dar nimeni nu reuşea să propună o cale pentru a o dovedi.

*

Din nefericire pentru Darwin şi pentru progres, problema a intrat în atenţia marelui lord Kelvin (care, deşi, fără îndoială, măreţ, pe atunci era doar un oarecare William Thomson; nu a fost ridicat la rang nobiliar decât în 1892, la vârsta de şaizeci şi opt de ani, când se apropia de sfârşitul carierei, dar voi aplica aici convenţia de a folosi numele retroactiv). Kelvin a fost una dintre cele mai extraordinare figuri ale secolului al XIX-lea – poate chiar ale tuturor secolelor. Omul de ştiinţă german Hermann von Helmholtz, la rându-i binecuvântat cu destulă ascuţime a minţii, a scris despre Kelvin că avea de departe cea mai mare „inteligenţă, luciditate şi mobilitate a gândirii” dintre

toţi oamenii pe care îi întâlnise. „Uneori mă simţeam tufă pe lângă el”, adăuga el puţin întristat.

Este un sentiment cât se poate de firesc, căci Kelvin era într-adevăr un fel de supraom victorian. S-a născut în 1824 la Belfast, ca fiu al unui profesor de matematică de la Royal Academical Institution, care a fost transferat în scurt timp după aceea la Glasgow. Acolo Kelvin s-a dovedit a fi un copil atât de special, încât a fost admis la Glasgow University la extrem de frageda vârstă de numai zece ani. Abia trecut de douăzeci de ani, studiase deja la instituţii din Londra şi Paris, absolvise Cambridge-ul (unde a câştigat cele mai importante premii ale universităţii pentru canotaj şi matematică şi, cumva, şi-a găsit timp să deschidă şi o societate muzicală), fusese ales membru la Peterhouse şi scrisese vreo duzină de lucrări (în franceză şi engleză) în domeniul matematicilor pure şi aplicate, de o originalitate atât de ameţitoare, încât a trebuit să le publice anonim, de teamă să nu-şi pună superiorii într-o postură jenantă. La vârsta de douăzeci şi doi de ani, s-a întors la Glasgow ca să ocupe un post de profesor de filosofie naturală, poziţie pe care avea să o deţină în următorii cincizeci şi trei de ani.

În decursul unei lungi cariere (a trăit până în 1907, atingând vârsta de optzeci şi trei de ani), a scris 661 de lucrări, a adunat 69 de patente (de pe urma cărora a devenit extrem de bogat) şi şi-a câştigat recunoaşterea în aproape toate ramurile fizicii. Printre multe altele, a propus metoda care a condus direct la inventarea refrigerării, a inventat scara temperaturii absolute, care încă îi poartă numele, a inventat mecanismele care au permis transmiterea telegramelor peste ocean şi a adus numeroase îmbunătăţiri sistemelor de transport maritim şi de navigaţie, de la inventarea unei foarte cunoscute busole marine la crearea primului sistem de sondare a adâncimilor. Şi acestea sunt numai realizările sale cu aplicabilitate practică.

Studiile sale teoretice în electromagnetism, termodinamică şi teoria ondulatorie a luminii au fost la fel de revoluţionare[14]. A avut un singur defect real şi acesta a fost incapacitatea sa de a calcula vârsta corectă a Pământului. Această problemă l-a preocupat o bună parte din a doua jumătate a carierei, dar nici măcar nu s-a apropiat vreodată de o variantă corectă. Prima sa încercare, din 1862, pentru un articol dintr-o revistă de largă circulaţie numită *Macmillan's* sugera că Pământul are 98 de milioane de ani, dar a admis cu prudenţă că cifra ar putea fi de numai 20 de milioane sau de 400 de milioane. Cu o admirabilă precauţie, a recunoscut că s-ar putea înşela în calculele sale dacă „în marele depozit al creaţiei se pregătesc surse acum necunoscute nouă" – dar era evident că pentru el acest lucru era puţin probabil.

Odată cu trecerea timpului, afirmaţiile lui Kelvin aveau să devină tot mai îndrăzneţe şi mai puţin exacte. Estimările sale sufereau revizuiri permanente, într-o continuă descreştere, de la un maximum de 400 de milioane de ani la 100 de milioane de ani, apoi la 50 de milioane de ani, iar în final, în 1897, la numai 24 de milioane de ani. Şi nu era vorba de încăpăţânarea lui Kelvin. Pur şi simplu nimic din fizica cunoscută nu putea explica felul în care un corp de mărimea Soarelui putea arde continuu câteva zeci de milioane de ani, în cel mai optimist caz, fără să îşi epuizeze combustibilul. Din aceasta rezulta inevitabil că Soarele şi planetele sale erau relativ tinere.

Problema era că aproape toate dovezile fosile contraziceau acest lucru şi, brusc, în secolul al XIX-lea, au apărut o mulţime de dovezi fosile.

Capitolul 6

Ştiinţa după dinţi şi gheare

În 1787, o persoană din New Jersey – se pare că nu se mai ştie exact cine anume – a descoperit un femur enorm pe malul unui râu, într-un loc numit Woodbury Creek. Osul nu aparţinea niciunei specii de creaturi aflate în viaţă, cu atât mai puţin în New Jersey, asta era evident. Din puţinul care se cunoaşte în prezent, se consideră că a aparţinut unui hadrozaur, un dinozaur enorm cu cioc de raţă. La acea vreme, nu se ştia de existenţa dinozaurilor.

Osul i-a fost trimis doctorului Caspar Wistar, cel mai de seamă anatomist al ţării, care l-a prezentat în acea toamnă la o întâlnire a Societăţii Filosofice Americane din Philadelphia. Wistar însă a dat greş total, neînţelegând, din nefericire, semnificaţia osului şi limitându-se la câteva constatări precaute şi neinspirate, potrivit cărora, în realitate, nu ar fi fost vorba decât despre o namilă de om şi nimic mai mult. Şi astfel, şi-a ratat şansa de a fi descoperit dinozaurii cu o jumătate de secol înaintea tuturor. Mai mult chiar, osul a trezit atât de puţin interes, încât a fost aruncat într-o magazie şi, în cele din urmă, a dispărut complet. Şi iată cum primul os de dinozaur găsit vreodată a fost şi primul pierdut.

Faptul că osul nu a atras un interes mai puternic este mai mult decât surprinzător, deoarece el şi-a făcut apariţia într-un moment în care America era traversată de valuri de entuziasm faţă de rămăşiţele animalelor mari, străvechi. La baza acestei agitaţii s-a aflat o afirmaţie ciudată a marelui naturalist francez contele de Buffon – cel cu sferele încălzite din capitolul anterior –, potrivit căreia fiinţele vii din Lumea Nouă sunt inferioare în aproape toate privinţele celor din Lumea Veche. Buffon a scris în vasta şi mult apreciata sa lucrare *Histoire naturelle (Istoria naturală)* că America este un pământ cu ape stătătoare, unde solul este neproductiv, iar animalele nu au dimensiuni sau forţă impresionante, constituţia lor fiind slăbită de „vaporii toxici” care se ridică din mlaştini şi din pădurile lipsite de soare. Într-un astfel de mediu, chiar şi indienii băştinaşi

sunt lipsiţi de virilitate. „Nu au barbă sau păr pe corp”, mărturisea pe un ton judicios Buffon, „şi nici pasiune faţă de sexul frumos”. Organele lor reproducătoare sunt „firave şi debile”.

Observaţiile lui Buffon şi-au găsit cu surprinzătoare rapiditate susţinători în rândul altor scriitori, în special al acelora care nu erau stânjeniţi în concluziile lor de vreo familiarizare directă cu ţara împricinată. Un olandez pe nume Corneille de Pauw anunţa într-o lucrare de largă circulaţie numită *Recherches philosophiques sur les américains (Cercetări filosofice asupra americanilor)* că amerindienii nu numai că nu stârneau vreo admiraţie pentru performanţele lor de reproducere, dar „erau atât de lipsiţi de virilitate, încât sânii lor dădeau lapte”. Acest gen de idei s-a bucurat de o neverosimilă longevitate, fiind apoi repetat sau găsindu-şi diverse ecouri în textele europene, până aproape de finele secolului al XIX-lea.

Nu este nicio surpriză că astfel de afirmaţii calomnioase au fost întâmpinate cu indignare în America. Thomas Jefferson a inclus în *Notes on the State of Virginia (Note despre statul Virginia)* o denunţare furibundă (şi, dacă nu înţelegem contextul, destul de derutantă) şi l-a determinat pe prietenul său din New Hampshire, generalul John Sullivan, să trimită douăzeci de soldaţi în pădurile din nord pentru a găsi un elan mascul pe care să i-l prezinte lui Buffon drept dovadă a staturii şi maiestuozităţii patrupedelor americane. Oamenii au avut nevoie de două săptămâni ca să găsească un subiect corespunzător. După ce a fost împuşcat, s-a descoperit că elanul nu avea coarnele impunătoare pe care le ceruse în mod expres Jefferson, dar, grijuliu, Sullivan a inclus un trofeu de coarne de la un wapiti (cerbul de Canada) sau un cerb comun, cu sugestia să fie adăugate în locul coarnelor de elan. La urma urmelor, cine avea să îşi dea seama în Franţa?

Între timp, la Philadelphia – oraşul lui Wistar –, naturaliştii începuseră să asambleze oasele unei creaturi

gigantice asemănătoare cu un elefant, cunoscute la început sub numele de „marele incognitum american”, dar care a fost mai târziu identificat, nu tocmai exact, drept mamut. Primul dintre aceste oase fusese descoperit într-un loc numit Big Bone Lick din Kentucky, dar, în curând, au început să apară şi altele, în tot felul de locuri. Se părea că America fusese cândva pământul natal al unei creaturi cu adevărat impozante – una care, cu certitudine, contrazicea franţuzismele răutăcioase şi nebuneşti ale lui Buffon.

În îndârjirea lor de a demonstra masivitatea şi ferocitatea incognitumului, naturaliştii americani s-au lăsat, se pare, luaţi de val. I-au supraestimat dimensiunile, multiplicându-le de vreo şase ori, şi l-au dotat cu gheare înspăimântătoare, care proveneau, în realitate, de la un megalonyx, sau megateriu, găsit prin apropiere. Remarcabil este faptul că au reuşit cumva să se convingă singuri că animalul avusese „agilitatea şi ferocitatea unui tigru” şi l-au prezentat în ilustraţii năpustindu-se de pe stânci asupra prăzii, cu o graţie felină. Când au fost descoperiţi colţii, au fost înfipţi inventiv în capul animalului. Un restaurator a forţat dinţii în craniu cu susul în jos, asemenea colţilor unui tigru cu dinţii sabie, ceea ce îi conferea un aspect suficient de agresiv încât să se poată declara satisfăcuţi. Un altul a aranjat dinţii astfel încât să se curbeze înapoi, formulând teoria captivantă potrivit căreia ar fi fost vorba de o creatură acvatică, care şi-ar fi folosit colţii ca să se ancoreze de copaci atunci când dormita. Însă cea mai pertinentă observaţie despre incognitum a fost aceea că, după toate probabilităţile, era o specie dispărută – un fapt pe care Buffon l-a exploatat bucuros ca fiind o dovadă incontestabilă a naturii sale degenerate.

Buffon a murit în 1788, dar controversa şi-a urmat calea. În 1795, mai multe oase şi-au croit drum către Paris, unde au fost examinate de steaua în ascensiune a paleontologiei, tânărul şi aristocraticul Georges Cuvier. Acesta uimise deja

lumea prin abilitatea sa de a lua un morman de oase dezarticulate şi a le combina în forme inteligibile. Se spunea că poate descrie înfăţişarea şi natura unui animal pornind de la un singur dinte sau un fragment de gheară şi de multe ori reuşea să precizeze chiar specia şi genul, ca supliment. Dându-şi seama că în America nu-i trecuse nimănui prin cap să pună pe hârtie o descriere coerentă a fiarei uriaşe, Cuvier a decis să facă acest lucru, devenind astfel descoperitorul său oficial. L-a numit *mastodont* – etimologic vorbind, s-ar traduce printr-un neaşteptat „mamelon-dinte”.

Inspirat de această controversă, Cuvier a scris în 1796 o lucrare de referinţă, *Note on the Species of Living and Fossil Elephants (Notă despre speciile de elefanţi vii şi fosili),* în care a prezentat pentru prima dată o teorie oficială asupra dispariţiei speciilor. El exprima convingerea potrivit căreia, din când în când, Pământul este supus unor catastrofe globale, în urma cărora sunt eliminate anumite grupuri de fiinţe. Pentru oamenii religioşi, printre care se număra şi Cuvier însuşi, ideea a avut consecinţe neliniştitoare, întrucât sugera o superficialitate inexplicabilă din partea Providenţei. Oare în ce scop creează Dumnezeu speciile, dacă oricum le elimină mai târziu? Noţiunea contravenea credinţei în Marele Lanţ al Existenţei, care susţinea că lumea este atent orânduită şi că fiecare vietate are un loc şi un scop, că le-a avut şi le va avea întotdeauna. Jefferson, cel puţin, nu putea suporta gândul că specii întregi ar putea fi lăsate să dispară definitiv (sau, în aceeaşi notă, să evolueze). De aceea, atunci când i s-a adus la cunoştinţă că ar putea trage foloase ştiinţifice şi politice prin trimiterea unui grup de exploratori către interiorul Americii, dincolo de Mississippi, a îmbrăţişat imediat ideea, în speranţa că temerarii aventurieri vor găsi turme întregi de mastodonţi sănătoşi şi alte creaturi supradimensionate care să pască pe câmpiile mănoase. Secretarul personal şi prietenul de încredere al

lui Jefferson, Meriwether Lewis, a fost ales naturalist-şef şi conducător al expediţiei, alături de William Clark. Persoana desemnată să-l ghideze în privinţa a ceea ce trebuia să caute, în materie de animale vii sau moarte, nu era nimeni altul decât Caspar Wistar.

În acelaşi an – de fapt, chiar în aceeaşi lună – în care aristocraticul şi preţuitul Cuvier propunea la Paris teoria sa asupra dispariţiei speciilor, de cealaltă parte a Canalului Mânecii, un englez mult mai puţin cunoscut avea o revelaţie cu privire la valoarea fosilelor, care, la rândul ei, avea să aibă profunde şi multiple implicaţii. William Smith era un tânăr supraveghetor în construcţii pe Somerset Coal Canal. În seara de 5 ianuarie 1796 stătea la un han de poştă din Somerset, când a mâzgălit în grabă noţiunea care, în final, avea să-i aducă recunoaşterea. Pentru a înţelege rocile, trebuie să existe o formă de corelare, pe baza căreia să se poată afirma că rocile carbonifere din Devon sunt mai tinere decât rocile cambriene din Ţara Galilor. Noutatea ideii lui Smith consta în aceea că el şi-a dat seama că răspunsul îl pot aduce fosilele. La fiecare schimbare intervenită în straturile de rocă, anumite specii de fosile dispar, în vreme ce altele continuă să apară în mai multe straturi succesive. Urmărind ce specii apăreau în fiecare strat, se putea aprecia cu aproximaţie căror epoci le aparţineau rocile, oriunde ar fi apărut. Pornind de la cunoştinţele sale de prospector, Smith a început pe dată să traseze o hartă a straturilor de rocă din Marea Britanie, care avea să fie publicată în 1815, după numeroase tentative, şi avea să devină un moment de cotitură în geologia modernă. Povestea este relatată pe larg în cartea popularizată a lui Simon Winchester *The Map that Changed the World (Harta care a schimbat lumea).*

Din nefericire, după ce a avut această minunată idee, Smith, în mod curios, nu a mai părut interesat să înţeleagă de ce rocile sunt stratificate astfel. „Am încetat să mă mai frământ în legătură cu originea straturilor şi m-am

mulţumit să ştiu că aşa stau lucrurile”, nota el. „Nu cred că întrebările legate de scopurile şi motivele acestora cad în sarcina unui inspector mineralog.”

Revelaţia lui Smith referitoare la stratificare a acutizat conflictul moral declanşat de teoria dispariţiei speciilor. Din capul locului, ea confirma că Dumnezeu ştersese fiinţe de pe faţa pământului nu din când în când, ci în mod repetat. Aceasta nu-L făcea să pară doar nepăsător, ci de-a dreptul de o ostilitate accentuată. De asemenea, devenea supărător de necesară o explicaţie a motivului pentru care unele specii au fost eliminate, în vreme ce altele şi-au continuat netulburate existenţa eoni de-a rândul. Evident, dispariţia speciilor reprezenta mai mult decât putea explica un unic potop al lui Noe, cel pe care îl cunoaştem din Biblie. Cuvier a decis să rezolve enigma într-un mod care îi convenea de minune, afirmând că Geneza se referă numai la cel mai recent dintre potopuri. Se părea că Dumnezeu nu dorise să-l distragă sau să-l alarmeze pe Moise, informându-l despre dispariţia timpurie, acum irelevantă, a speciilor.

Astfel, până la începutul secolului al XIX-lea, fosilele căpătaseră inevitabil o oarecare importanţă, ceea ce nu face decât să sublinieze nefericitul eşec al lui Wistar în a recunoaşte semnificaţia osului de dinozaur. În orice caz, deodată, oasele au început să apară de peste tot. Americanilor li s-au mai oferit alte câteva şanse de a-şi asuma meritul pentru descoperirea dinozaurilor, toate irosite. În 1806, expediţia condusă de Lewis şi Clark a trecut prin formaţiunea Hell Creek din Montana, o zonă în care, mai târziu, vânătorii de fosile aveau să se împiedice literalmente de oase de dinozaur, ba chiar exploratorii noştri au examinat ceva ce era clar un os de dinozaur încastrat în rocă, dar nu au reuşit să îşi dea seama ce ar putea însemna. Alte oase şi urme fosilizate au fost descoperite în valea râului Connecticut din New England, după ce un băiat de la o fermă, pe nume Plinus Moody, a descoperit urme străvechi pe o formaţiune stâncoasă din

South Hadley din Massachusetts. Cel puţin câteva dintre acestea au supravieţuit – un exemplu notabil fiind oasele unui anchisaurus, care se găsesc în colecţia Muzeului Peabody de la Yale. Descoperite în 1818, acestea au fost primele oase de dinozaur examinate şi păstrate, dar, din nefericire, nerecunoscute drept ceea ce sunt decât în 1855. În acelaşi an, 1818, a murit Caspar Wistar, care şi-a câştigat un neaşteptat drept la nemurire când un botanist pe nume Thomas Nuttall a numit în onoarea lui un încântător arbust căţărător. Unii purişti ai botanicii insistă şi acum să îl scrie wistaria.

Între timp, entuziasmul paleontologic se mutase în Anglia. În 1812, la Lyme Regis, pe coasta Dorsetului, un copil extraordinar, pe nume Mary Anning – în vârstă de unsprezece, doisprezece sau treisprezece ani, în funcţie de relatarea pe care preferaţi să o citiţi –, a descoperit un ciudat monstru marin fosilizat, lung de peste cinci metri şi cunoscut acum drept ihtiozaur, încastrat în stâncile abrupte şi periculoase de pe ţărmul Canalului Mânecii.

Aceasta a marcat începutul unei cariere remarcabile. Anning avea să-şi petreacă următorii treizeci şi cinci de ani adunând fosile, pe care le vindea vizitatorilor. (În popor se crede că la ea face referire un cunoscut joc de dicţie: Mary mută melcii mari pe malul mării[15].) Tot ea avea să descopere primul plesiozaur, un alt monstru marin, şi unul dintre primii şi cei mai reuşiţi pterodactili. Deşi niciunul dintre ei nu era un dinozaur adevărat, acest lucru nu avea tocmai o relevanţă copleşitoare la acel moment, de vreme ce nimeni nu ştia încă ce este acela un dinozaur. Era suficient ca oamenii să înţeleagă că lumea a cunoscut cândva creaturi ciudate, care nu seamănă cu niciuna dintre cele pe care le putem găsi în prezent.

Meritul lui Anning nu este doar acela că se pricepea de minune să găsească fosilele – deşi nu avea rival –, dar le

putea extrage cu cea mai mare delicateţe, fără să le aducă vreo stricăciune. Dacă vi se va ivi vreodată ocazia să vizitaţi galeria reptilelor marine de altădată de la Muzeul de Istorie Naturală din Londra, vă rog stăruitor să profitaţi de ea, pentru că numai aşa veţi putea aprecia amploarea şi frumuseţea reuşitei acestei tinere femei, care a lucrat practic fără niciun ajutor, cu unelte dintre cele mai primitive, în condiţii cvasiimposibile. Numai pentru plesiozaur a avut nevoie de zece ani de excavări minuţioase. Deşi nu avea pregătire în domeniu, Anning reuşea să le ofere savanţilor desene şi descrieri competente. Cu tot avantajul abilităţilor ei extraordinare, descoperirile semnificative au fost rare, iar ea şi-a petrecut cea mai mare parte a vieţii în sărăcie.

Cu greu ne putem gândi la o persoană mai ignorată decât Mary Anning în istoria paleontologiei, dar există cineva care, din nefericire, s-a apropiat foarte tare. A fost un doctor de ţară din Sussex, pe nume Gideon Algernon Mantell.

Mantell reprezenta un vast ansamblu dezlânat de defecte – era vanitos, egocentrist, pedant, îşi neglija familia –, dar era un paleontolog amator atât de devotat, cum nu s-a mai văzut vreodată. De asemenea, avea noroc de o soţie credincioasă şi supusă. În 1822, pe când doctorul făcea o vizită la domiciliul unui pacient din regiunea rurală din Sussex, doamna Mantell s-a dus să facă o plimbare pe o cărare din apropiere şi, într-o grămadă de moloz lăsat să umple gropile din drum, ea a găsit un obiect curios: o piatră maro, curbată, cam de mărimea unei nuci mici. Cunoscând pasiunea soţului ei pentru fosile şi gândindu-se că şi aceasta ar putea fi una, a luat-o cu ea să i-o arate. Mantell şi-a dat seama imediat că era un dinte fosilizat, iar după o oarecare examinare a fost sigur că aparţinuse unui animal erbivor, reptilian, extrem de mare – de câţiva metri buni lungime – din perioada cretacicului. Avea dreptate în toate privinţele; dar concluziile sale erau prea îndrăzneţe,

dat fiind că până atunci nu se mai văzuse şi nu se mai închipuise nimic asemănător.

Conştient că descoperirea sa va da complet peste cap ceea ce se ştia despre trecut şi atenţionat de prietenul său, reverendul William Buckland – cel cu robele şi apetitul pentru experimente – să procedeze cu precauţie, Mantell a petrecut trei ani într-o încercare stăruitoare de a găsi dovezi care să-i susţină concluziile. I-a trimis dintele lui Cuvier la Paris, pentru o opinie, dar marele francez l-a ignorat, declarând că este un dinte de hipopotam (mai târziu, Cuvier şi-a cerut frumos scuze pentru această eroare neobişnuită). Într-o zi, pe când făcea cercetări la Hunterian Museum din Londra, Mantell a intrat în vorbă cu un alt cercetător, care i-a spus că dintele semăna bine cu cei ai animalelor pe care le studia el, iguanele sud-americane. O comparaţie sumară a confirmat asemănarea. Şi astfel, creatura lui Mantell a devenit iguanodon, după o şopârlă tropicală cu care nu avea nicio înrudire.

Mantell a pregătit o lucrare pe care să o prezinte Academiei Regale. Din nefericire, s-a dovedit că se descoperise un alt dinozaur la o carieră din Oxfordshire, care tocmai primise o descriere oficială – a reverendului Buckland, însuşi omul care îi ceruse să nu se grăbească. Animalul se numea megalozaur, iar numele îi fusese sugerat lui Buckland de prietenul său, doctorul James Parkinson, cel cu pretenţiile de radicalism, care avea să devină eponimul pentru boala lui Parkinson. După cum poate vă amintiţi, Buckland era în primul rând geolog, iar lucrarea sa despre megalozaur demonstrează acest lucru. În raportul său, elaborat pentru *Transactions of the Geological Society of London*, el a arătat că dinţii creaturii nu erau direct ataşaţi de mandibulă, ca la şopârle, ci plasaţi în alveole, după modelul crocodililor. Dar, deşi a observat acest lucru, Buckland nu şi-a dat seama ce semnifica el în realitate: anume că megalozaurul reprezenta un tip complet nou de fiinţă. Chiar şi aşa, într-un raport ce

dovedea prea puţină acuitate sau intuiţie profundă, era prima descriere publicată a unui dinozaur – şi iată cum meritul pentru descoperirea acestei străvechi linii de fiinţe îi este atribuit lui Buckland, şi nu mult mai merituosului Mantell.

Fără să îi treacă prin minte că dezamăgirea avea să fie o trăsătură permanentă a vieţii sale, Mantell şi-a continuat vânătoarea de fosile – în 1833 a găsit un alt gigant, xilozaurul (*hylaeosaurus* – reptila de pădure) – şi a achiziţionat altele de la muncitorii din cariere şi de la fermieri, până când a ajuns să deţină poate cea mai mare colecţie de fosile din Marea Britanie. Mantell era un doctor excelent şi un vânător de fosile la fel de talentat, dar nu îşi putea satisface ambele înclinaţii. Pe măsură ce mania colecţionării a crescut, şi-a neglijat practica medicală. În curând, fosilele au ajuns să-i ocupe aproape în întregime casa din Brighton, consumându-i cea mai mare parte din venituri. Din ce mai rămânea, mulţi bani mergeau către finanţarea publicării unor cărţi pe care prea puţini îşi doreau să le deţină. *Illustrations of the Geology of Sussex (Ilustrări ale geologiei Sussexului)*, publicată în 1827, s-a vândut în numai cincizeci de exemplare, dar l-a uşurat de trei sute de lire sterline din buzunarul propriu – o sumă stânjenitor de substanţială pentru acele vremuri.

În pragul disperării, lui Mantell i-a venit ideea de a-şi transforma casa în muzeu şi de a cere taxă de intrare, dar şi-a dat seama într-un târziu că un asemenea gest de mercenar i-ar ruina statutul de gentleman, ca şi pe acela de om de ştiinţă, de aceea a permis publicului să viziteze casa gratis. Şi au venit cu sutele, săptămână după săptămână, deranjându-i atât activitatea medicală, cât şi viaţa de familie. În cele din urmă, a fost obligat să vândă cea mai mare parte din colecţie ca să-şi plătească datoriile. La scurt timp după aceea, soţia l-a părăsit, luându-i cu ea pe cei patru copii.

Şi vă vine să credeţi că necazurile lui erau abia la început?

În districtul Sydenham din sudul Londrei, într-un loc numit Crystal Palace Park, există o privelişte bizară şi pierdută în uitare: primele machete de dinozaur în mărime naturală din lume. În prezent, prea puţini oameni mai vizitează acest loc, dar cândva el a fost una dintre cele mai cunoscute atracţii ale Londrei – ba chiar, după cum scria Richard Fortey, a fost primul parc tematic al lumii. Machetele au destul de multe inexactităţi. Degetul mare al iguanodonului a fost aşezat pe nas, ca un fel de piron, iar creatura stă pe patru picioare robuste, ceea ce o face să arate mai mult ca un câine care a crescut prea mult (în realitate, iguanodonul nu se sprijinea pe toate cele patru picioare, ci era biped). Când te uiţi acum la ele, n-ai zice că aceste sălbăticiuni ciudate şi ameninţătoare ar fi putut da naştere la atâta ranchiună şi duşmănie, dar exact asta au făcut. Cred că familia străvechilor creaturi cunoscute drept dinozauri a reprezentat nucleul celor mai îndelungi şi de temut controverse din întreaga istorie naturală.

În momentul construirii dinozaurilor, Sydenham se afla la marginea Londrei, iar spaţiosul său parc era considerat un loc ideal pentru a reînălţa faimosul Crystal Palace, structura de sticlă şi fontă care reprezentase piesa centrală a Expoziţiei Universale din 1851, de la care, în mod firesc, parcul şi-a luat numele. Dinozaurii, construiţi din beton, erau un fel de atracţie în plus. În ziua de revelion a anului 1853, în interiorul iguanodonului neterminat s-a organizat o faimoasă cină pentru douăzeci şi unu de proeminenţi oameni de ştiinţă. Gideon Mantell, omul care descoperise şi identificase iguanodonul, nu se afla printre ei. Persoana din capul mesei era vedeta numărul unu a tinerei ştiinţe a paleontologiei. Se numea Richard Owen şi, până în acel moment, îşi dedicase câţiva ani fertili din viaţă transformării vieţii lui Gideon Mantell într-un coşmar.

Owen crescuse în Lancaster, în nordul Angliei, unde beneficiase de pregătire medicală. Era un anatomist înnăscut şi îşi iubea atât de mult studiile, încât uneori împrumuta ilegal membre, organe şi alte părţi de cadavre, pe care le lua acasă ca să le disece în voie. Odată, pe când ducea un sac ce conţinea capul unui marinar african negru pe care tocmai îl detaşase, Owen a alunecat pe o piatră de pavaj umedă şi a observat cu oroare cum capul a început să se rostogolească săltăreţ pe cărare şi prin uşa deschisă a unei case, unde s-a oprit în salonul din faţă. Nu putem decât să ne închipuim ce au avut de spus ocupanţii casei când au văzut un cap fără trup rostogolindu-se până la picioarele lor. Putem să presupunem doar că nu ajunseseră cu gândul prea departe când, o clipă mai târziu, un tânăr cu un aer foarte preocupat a năvălit înăuntru, a recuperat ţeasta fără să spună un cuvânt şi s-a repezit apoi afară.

În 1825, la doar douăzeci şi unu de ani, Owen s-a mutat la Londra şi în scurt timp a fost angajat de Colegiul Regal al Chirurgilor ca să ajute la organizarea colecţiilor acestuia, cuprinzătoare, dar haotice, de specimene medicale şi anatomice. Majoritatea fuseseră donate instituţiei de John Hunter, un distins chirurg şi un neobosit colecţionar de curiozităţi medicale, dar nu fuseseră niciodată catalogate sau ordonate, în mare parte deoarece hârtiile care explicau importanţa fiecăruia dispăruseră la puţin după moartea lui Hunter.

Owen s-a făcut remarcat imediat prin capacitatea sa de organizare şi deducţie. Concomitent, s-a dovedit a fi un anatomist fără pereche, al cărui instinct în ale reconstituirii aproape îl egala pe al marelui Cuvier de la Paris. A devenit un expert atât de cunoscut în anatomia animalelor, încât i s-a acordat dreptul de preempţiune asupra animalelor care mureau la Grădina Zoologică din Londra, pe care invariabil le cerea aduse acasă pentru examinare. Odată, soţia sa a găsit la întoarcerea acasă un rinocer proaspăt decedat care ocupa holul de la intrare. A devenit rapid un expert de

frunte în tot felul de animale existente sau dispărute – de la ornitorinci, echidne şi alte marsupiale nou descoperite la ghinionista pasăre dodo şi giganticele păsări moa, care colindaseră Noua Zeelandă până la dispariţia lor, servind drept hrană populaţiei Maori. El a fost cel care a descris pentru prima dată un arheopterix, după descoperirea sa în Bavaria în 1861, şi a scris primul epitaf oficial pentru dodo. În ansamblu, a scris circa şase sute de lucrări de anatomie, o producţie impresionantă.

Dar Owen a rămas în memoria posterităţii pentru activitatea legată de dinozauri. În 1841 a inventat termenul „dinosauria”. Acesta înseamnă „şopârlă îngrozitoare”, un nume curios de nepotrivit. După cum se ştie în prezent, nu toţi dinozaurii erau aşa de înspăimântători – unii nici nu creşteau mai mari decât iepurii şi erau, probabil, extrem de timizi – şi este mai mult decât evident că nu erau şopârle, care în realitate sunt mai vechi (cu treizeci de milioane de ani). Owen era perfect conştient că aceste creaturi erau reptilieni şi avea la dispoziţie un cuvânt grecesc foarte nimerit, herpeton, dar, din motive numai de el ştiute, a ales să nu îl folosească. O altă eroare, mai scuzabilă (dată fiind penuria de specimene din acele vremuri), a fost faptul că nu şi-a dat seama că dinozaurii alcătuiesc nu unul, ci două ordine de reptile: ornithischienii, însemnând „şolduri de pasăre”, şi saurischienii, „şolduri de şopârlă”.

Owen nu era o persoană atrăgătoare, nici ca fizic, nici ca temperament. O fotografie a sa la maturitate îl arată scheletic şi sinistru, precum personajul negativ dintr-o melodramă victoriană, cu păr lung, lins şi neîngrijit şi cu ochi bulbucaţi – o figură de speriat copiii. Avea un fel de a fi rece şi dictatorial şi nu cunoştea niciun scrupul în urmărirea ambiţiilor sale. A fost singura persoană despre care se ştie că a trezit ura lui Charles Darwin. Chiar şi fiul lui Owen (care la scurt timp după aceea s-a sinucis) vorbea despre „lamentabila răceală a inimii” tatălui său.

Harul său indubitabil de anatomist i-a permis să scape nepedepsit pentru cele mai neruşinate minciuni. În 1857, naturalistul T.H. Huxley frunzărea o ediţie nouă la *Churchill's Medical Directory (Anuarul medical Churchill),* când a observat că Owen figura drept profesor de fiziologie şi anatomie comparată la Şcoala Guvernamentală a Minelor, lucru cel puţin surprinzător pentru Huxley, care deţinea el însuşi această poziţie. Când a cerut să i se explice cum de s-a comis o asemenea eroare elementară la Churchill's, i s-a spus că informaţia le fusese oferită de însuşi doctorul Owen. Un coleg naturalist, pe nume Hugh Falconer, l-a prins cam în acelaşi timp pe Owen asumându-şi meritul pentru una dintre descoperirile sale. Alţii l-au acuzat că împrumuta specimene, pentru ca apoi să nege că ar fi făcut aşa ceva. Owen a intrat chiar într-o dispută aprinsă cu dentistul reginei în privinţa asumării meritului pentru o teorie referitoare la fiziologia dinţilor.

Îi persecuta fără nicio ezitare pe cei care îi displăceau. La începutul carierei sale, Owen şi-a folosit influenţa pe lângă Societatea Zoologică pentru a trage înapoi un tânăr, pe nume Robert Grant, a cărui unică vină fusese aceea de a dovedi un talent promiţător de anatomist. Grant a descoperit cu uluire că, dintr-odată, i se refuza accesul la specimenele anatomice de care avea nevoie pentru a-şi desfăşura cercetările. Incapabil să-şi continue munca, el s-a cufundat în obscuritate şi dezamăgire, pentru care nici nu poate fi condamnat.

Dar nimeni nu a avut mai mult de suferit din pricina crudelor atenţii ale lui Owen decât nenorocitul şi tot mai tragicul Gideon Mantell. După ce şi-a pierdut soţia, copiii, cabinetul medical şi cea mai mare parte a colecţiei de fosile, Mantell s-a mutat la Londra. Acolo, în 1841 – anul fatidic în care Owen avea să atingă culmea gloriei pentru numirea şi identificarea dinozaurilor –, Mantell a fost victima unui teribil accident. În vreme ce traversa Clapham Common într-o trăsură, a căzut de pe locul său, s-a încurcat

în hăţuri şi a fost târât în galop, pe un teren accidentat, de caii speriaţi. În urma accidentului, a rămas strâmb, schilod şi cu dureri cronice, având coloana vertebrală afectată ireparabil.

Profitând de starea de slăbiciune a lui Mantell, Owen a pornit să îi şteargă sistematic contribuţiile din datele oficiale, redenumind specii pe care Mantell le denumise cu ani în urmă şi asumându-şi meritul de a le fi descoperit el însuşi. Mantell a încercat în continuare să desfăşoare cercetări originale, dar Owen şi-a folosit influenţa pe lângă Academia Regală pentru a se asigura că cea mai mare parte a lucrărilor îi erau respinse. În 1852, incapabil să mai suporte durerea şi persecuţia, Mantell şi-a luat viaţa. Coloana sa vertebrală deformată a fost detaşată şi trimisă Colegiului Regal al Chirurgilor, unde – ca să vedeţi până unde poate merge ironia sorţii – a fost dată în grija lui Richard Owen, director la Hunterian Museum, din cadrul colegiului.

Dar insultele nu se sfârşesc aici. La puţin timp după moartea lui Mantell, în *Literary Gazette* a apărut un necrolog de o răutate inimaginabilă. În el, Mantell era caracterizat drept un anatomist mediocru, ale cărui modeste contribuţii în domeniul paleontologiei fuseseră limitate de „o lipsă de cunoştinţe precise”. În necrolog, însăşi descoperirea iguanodonului îi era negată şi atribuită în schimb lui Cuvier şi Owen, printre alţii. Deşi articolul nu purta nicio semnătură, stilul îi aparţinea lui Owen şi nimeni din lumea ştiinţelor naturale nu s-a îndoit de identitatea autorului.

Cam la aceeaşi vreme, păcatele lui Owen începuseră să se întoarcă împotriva lui. Prăbuşirea sa a început atunci când un comitet al Academiei Regale – în care, întâmplător, deţinea funcţia de preşedinte – a decis să-i acorde cea mai înaltă distincţie, Medalia Regală, pentru o lucrare pe care o scrisese despre o moluscă dispărută, numită belemnit. După cum notează Deborah Cadbury în excelenta sa

relatare asupra acelei perioade, *Terrible Lizard (Şopârla îngrozitoare):* „Această lucrare însă nu era atât de originală pe cât păruse”. Belemnitul s-a dovedit a fi fost descoperit cu patru ani înainte de un naturalist amator pe nume Chaning Pearce, iar descoperirea fusese descrisă pe larg la o întâlnire a Societăţii Geologice. Owen fusese prezent la acea întâlnire, dar a uitat să menţioneze prezentarea atunci când şi-a făcut propriul raport către Academie – unde, deloc întâmplător, a redenumit creatura Belemnites owenii în propria onoare. Deşi i s-a permis să păstreze Medalia Regală, episodul i-a pătat reputaţia pentru totdeauna, chiar şi în rândul puţinilor susţinători care îi mai rămăseseră fideli.

În cele din urmă, Huxley a reuşit să-i facă lui Owen ceea ce acesta le făcuse altora: a făcut în aşa fel încât să fie exclus prin vot din consiliile Academiei Regale şi ale Societăţii Zoologice. Ca să închidă cercul răsplăţii binemeritate, Huxley a preluat funcţia de Hunterian Professor de la Colegiul Regal al Chirurgilor.

Owen nu avea să mai desfăşoare niciodată cercetări importante, dar şi-a dedicat a doua parte a carierei sale unei întreprinderi deloc glorioase, pentru care însă avem cu toţii motiv să-i fim recunoscători. În 1856 a preluat conducerea secţiunii de istorie naturală de la British Museum şi, în această calitate, a devenit forţa motrice din spatele creării Muzeului de Istorie Naturală din Londra. Măreaţa şi îndrăgita clădire gotică din South Kensington, deschisă în 1880, stă aproape în întregime ca mărturie a viziunii sale.

Înainte de Owen, muzeele erau făcute în principal pentru uzul şi luminarea elitelor şi chiar şi reprezentanţii lor întâmpinau dificultăţi în a avea acces la ele. La început, potenţialii vizitatori la British Museum trebuiau să depună o cerere scrisă şi să treacă de un scurt interviu care decidea dacă erau apţi pentru a li se permite accesul. Apoi, veneau a doua oară ca să ridice un bilet – asta în

eventualitatea în care trecuseră de interviu – şi, în sfârşit, se întorceau a treia oară ca să vadă comorile muzeului. Chiar şi atunci, erau mânaţi în grabă, în grupuri, şi nu li se permitea să zăbovească. Owen avea în plan să deschidă porţile pentru toată lumea, mergând chiar până la a-i încuraja pe oamenii simpli să îl viziteze seara, şi intenţiona să aloce cea mai mare parte din spaţiul muzeului exponatelor publice. Ba chiar a venit cu propunerea radicală să se ataşeze etichete explicative pentru fiecare exponat, astfel încât oamenii să poată judeca ceea ce văd. Cumva neaşteptată a fost opoziţia lui T.H. Huxley în această privinţă, care considera că muzeele trebuie să rămână în principal instituţii de cercetare. Transformând Muzeul de Istorie Naturală într-o instituţie publică, Owen a metamorfozat nivelul nostru de aşteptare referitor la scopurile unui muzeu.

Dar altruismul faţă de semenii săi nu l-a făcut să uite de rivalităţile din plan personal. Una dintre ultimele sale acţiuni oficiale a fost o campanie împotriva ridicării unei statui în memoria lui Charles Darwin. A eşuat în această direcţie – chiar dacă a obţinut cu întârziere un triumf oarecum neaşteptat. Astăzi, propria statuie domină, de la baza scării, holul principal al Muzeului de Istorie Naturală, în vreme ce Darwin şi T.H. Huxley sunt condamnaţi la o oarecare obscuritate în cafeneaua muzeului, de unde-i fixează cu o privire gravă pe vizitatorii aflaţi la o gustare cu ceai şi gogoşi cu gem.

Am avea toate motivele să presupunem că rivalităţile meschine ale lui Richard Owen au marcat punctul cel mai de jos în istoria paleontologiei secolului al XIX-lea, dar adevărul este că încă nu se văzuse partea cea mai rea, care avea să vină de data aceasta de peste Ocean. În America, în ultimele decenii ale secolului, s-a născut o rivalitate chiar mai spectaculoasă prin încrâncenarea sa, chiar dacă nu la fel de distructivă. Ea s-a desfăşurat între doi oameni ciudaţi

şi lipsiţi de scrupule, Edward Drinker Cope şi Othniel Charles Marsh.

Cei doi aveau multe în comun: amândoi erau răzgâiaţi, ambiţioşi, egocentrici, certăreţi, invidioşi, suspicioşi şi veşnic nefericiţi. Ah, şi să nu uităm: împreună au schimbat faţa paleontologiei.

La început au fost prieteni şi s-au admirat reciproc, ba chiar au botezat specii de fosile unul după numele celuilalt şi au petrecut împreună o săptămână agreabilă în 1868. Însă între ei a avut loc ceva neplăcut – nimeni nu ştie exact ce – şi, în mai puţin de un an, a apărut o duşmănie care avea să se transforme într-o ură devoratoare de-a lungul următoarelor trei decenii. Cred că nu greşim dacă spunem că nu există în lumea ştiinţei doi oameni care să se fi dispreţuit atât de mult.

Marsh, mai în vârstă cu opt ani, era un individ retras şi studios, cu o bărbuţă îngrijită şi aspect ferchezuit, care petrecea puţin timp pe teren, iar în rarele ocazii în care se afla acolo, oricum nu reuşea să găsească mare lucru. Într-o vizită făcută pe faimosul câmp cu dinozauri de la Como Bluff, în Wyoming, nu a văzut oasele care, după spusele unui istoric, „zăceau întinse peste tot, precum buştenii”. Dar avea mijloacele financiare să cumpere aproape tot ce-şi dorea. Deşi provenea dintr-un mediu modest – tatăl lui fiind un fermier din nordul statului New York –, unchiul său era marele om de finanţe, putred de bogat şi extrem de îngăduitor George Peabody. Când Marsh şi-a manifestat interesul faţă de istoria naturală, Peabody a dispus să i se construiască la Yale un muzeu şi i-a pus la dispoziţie fonduri suficiente ca să îl umple cu aproape tot ce-i trecea prin minte.

Cope dispunea mai direct de privilegii – tatăl său era un om de afaceri bogat din Philadelphia – şi era mult mai aventuros. În vara anului 1876, în Montana, în vreme ce George Armstrong Custer şi trupele sale erau decimaţi la Little Big Horn, Cope era la vânătoare de oase prin

apropiere. Când i s-a spus că probabil nu era cel mai potrivit moment să fure comori de pe pământurile indienilor, Cope s-a gândit un moment şi apoi s-a decis să îşi continue aventura. Avea un sezon prea bun. La un moment dat, a dat nas în nas cu un grup de indieni Crow, dar a reuşit să le câştige simpatia jucându-se cu dintele fals pe care îl tot scotea şi-l punea la loc.

Timp de aproximativ un deceniu, animozitatea dintre Marsh şi Cope a luat în principal forma atacurilor tăcute, dar în 1877 a erupt la dimensiuni grandioase. În acel an, un profesor pe nume Arthur Lakes a găsit nişte oase în apropiere de Morrison, în vreme ce făcea alpinism cu un prieten. Pentru că şi-a dat seama că oasele proveneau de la un „saurian gigantic”, Lakes a trimis, prevăzător, câteva mostre atât lui Marsh, cât şi lui Cope. Cope, încântat, i-a trimis lui Lakes o sută de dolari pentru efortul său şi i-a cerut să nu spună nimănui despre descoperire, cu atât mai puţin lui Marsh. Lakes, nedumerit, i-a cerut lui Marsh să-i trimită oasele lui Cope. Marsh s-a conformat, dar a fost un afront pe care nu avea să-l uite niciodată.

Era începutul unui război între cei doi, care a devenit tot mai înverşunat, josnic şi, de multe ori, ridicol. Uneori se ajungea la o asemenea meschinărie, încât săpătorii dintr-o echipă aruncau cu pietre în echipa celuilalt. Odată, Cope a fost prins spionând prin săpăturile lui Marsh. Se insultau reciproc în scris şi îşi băteau joc fiecare de rezultatele celuilalt. Rareori – poate chiar niciodată – ştiinţa a fost impulsionată să evolueze atât de rapid şi de strălucit prin duşmănie. Pe parcursul următorilor ani, cei doi, la un loc, au reuşit să mărească numărul de specii de dinozauri cunoscute în America de la nouă până la aproape o sută cincizeci. Mai toţi dinozaurii pe care îi poate recunoaşte o persoană obişnuită – stegozaurul, brontozaurul, diplodocul, triceratopsul – au fost descoperiţi de unul dintre ei[16]. Din nefericire, lucrau cu o asemenea viteză nesăbuită, încât de

multe ori nu îşi dădeau seama că o descoperire nouă era de fapt ceva deja cunoscut. Împreună, au reuşit să „descopere” o specie numită *Uintatheres anceps* de nu mai puţin de douăzeci şi două de ori. A fost nevoie de ani buni pentru a clarifica o parte din amalgamul de clasificări pe care le făcuseră cei doi. Unele dintre ele nu au fost clarificate nici până astăzi.

Dintre ei, moştenirea ştiinţifică a lui Cope a fost mult mai substanţială. De-a lungul unei cariere de o tenacitate care îţi taie respiraţia, a scris aproape 1.400 de lucrări ştiinţifice şi a descris aproape 1.300 de noi specii de fosile (de toate tipurile, nu doar de dinozaur), depăşind de mai bine de două ori reuşitele lui Marsh în ambele privinţe. Cope ar fi avut şanse să facă şi mai mult, dar, din nefericire, a intrat într-un declin accelerat în ultimii ani de viaţă. După ce în 1875 a moştenit o adevărată avere, a investit-o prost în argint şi a pierdut aproape totul. A ajuns să trăiască într-o cameră dintr-o pensiune din Philadelphia, înconjurat de cărţi, hârtii şi oase. Spre deosebire de el, Marsh şi-a trăit ultimele zile într-un splendid conac din New Haven. Cope a murit în 1897, iar Marsh doi ani mai târziu.

În ultimii ani de viaţă, Cope a căpătat şi o altă obsesie interesantă. A dezvoltat o dorinţă arzătoare de a fi declarat prototipul pentru *Homo sapiens* – adică oasele sale să fie declarate oficial prototipul pentru rasa umană. În mod normal, prototipul unei specii îl reprezintă primul set de oase descoperite, dar, întrucât pentru Homo sapiens nu există un prim set, era un loc vacant pe care Cope dorea să-l ocupe. Dorinţa sa era ciudată şi arogantă, dar nimeni nu a găsit niciun motiv să i se opună. În acest scop, Cope a lăsat prin testament oasele sale Institutului Wistar, o societate ştiinţifică din Philadelphia, întreţinută de probabilii descendenţi ai omniprezentului Caspar Wistar. Din nefericire, după ce oasele au fost pregătite şi asamblate, s-a descoperit că prezentau semnele unui sifilis incipient, trăsătură pe care nimeni nu şi-ar dori să o conserve ca

reprezentând specimenul prototip al propriei rase. Aşadar, petiţia lui Cope şi oasele sale au fost date deoparte cu cea mai mare discreţie. Şi nici acum nu există încă un prototip pentru omul modern.

Cât despre ceilalţi actori ai acestei drame, Owen a murit în 1892, cu câţiva ani înaintea lui Cope şi a lui Marsh. Buckland şi-a pierdut minţile spre finalul vieţii şi şi-a dus ultimele zile într-o stare de totală ruină, bolborosind într-un azil de nebuni din Clapham, nu departe de locul în care avusese loc accidentul în urma căruia Mantell rămăsese schilodit. Coloana vertebrală răsucită a lui Mantell a fost expusă la Hunterian Museum timp de aproape un secol, înainte de a fi spulberată, parcă într-un act caritabil, de o bombă germană în timpul atacurilor asupra Londrei. Ceea ce a rămas din colecţia lui Mantell după moartea acestuia a trecut în posesia copiilor săi şi o bună parte din ea a fost dusă în Noua Zeelandă de fiul său, Walter, care a emigrat în 1840. Walter a devenit un Kiwi[17] respectat, iar în final a obţinut funcţia de ministru pentru relaţiile cu aborigenii. În 1865 a donat specimenele valoroase din colecţia tatălui său, inclusiv faimosul dinte de iguanodon, Muzeului Colonial (acum Muzeul Noii Zeelande) din Wellington, unde au rămas până în prezent. Dintele de iguanodon de la care a pornit totul – am putea spune chiar cel mai important dinte din paleontologie – nu mai este expus pentru public.

Fireşte că vânătoarea de dinozauri nu a luat sfârşit odată cu moartea marilor vânători de fosile din secolul al XIX-lea. Ba chiar, într-o măsură surprinzător de mare, vânătoarea abia începuse. În 1898, anul dintre moartea lui Cope şi cea a lui Marsh, s-a descoperit – de fapt, a fost observată – o minunăţie de comoară nerevendicată, cu mult mai mare decât tot ce se descoperise până atunci, într-un loc numit Bone Cabin Quarry (Cariera de la Cabana de Os), la numai câţiva kilometri de principala zonă de vânătoare a lui

Marsh de la Como Bluff, în Wyoming. Acolo aveau să se găsească sute şi sute de oase fosile, pe care vremea le scotea la suprafaţă pe dealuri. Mai mult, erau atât de numeroase, încât cineva construise din ele o cabană – de unde şi numele. În numai primele două sezoane, din acest sit s-au excavat aproape cincizeci de tone de oase străvechi şi alte mii de kilograme s-au scos în fiecare dintre cei şase ani de exploatare ce au urmat.

Partea bună este aceea că, până la începutul secolului XX, paleontologii aveau la dispoziţie literalmente tone de oase vechi pe care să le examineze. Problema era că nu aveau încă nici cea mai vagă idee cât de vechi erau acestea. Şi mai descurajator era faptul că vârsta Pământului, asupra căreia căzuseră de acord, nu putea justifica în mod corespunzător eonii, vârstele şi perioadele care, în mod evident, se scurseseră în trecut. Dacă, într-adevăr, Pământul avea numai 20 de milioane de ani vechime, după cum insistase marele lord Kelvin, aceasta însemna că ordine întregi de creaturi străvechi au apărut şi au dispărut practic în aceeaşi secundă geologică. Pur şi simplu nu avea nicio logică.

Şi alţi oameni de ştiinţă şi-au îndreptat atenţia asupra problemei şi au obţinut rezultate care nu au făcut decât să adâncească misterul. Samuel Haughton, un geolog respectat de la Trinity College din Dublin, a anunţat o estimare a vârstei Pământului la aproximativ 2.300 milioane de ani – cu mult mai mare decât orice altă sugestie făcută până atunci. Când i s-a atras atenţia asupra acestui lucru, şi-a refăcut calculele folosind aceleaşi date şi a redus cifra la 153 de milioane de ani. John Joly, tot de la Trinity, a hotărât să dea o şansă ideii lui Edmond Halley cu straturile de sare din ocean, dar această metodă se baza pe atât de multe premise eronate, încât a intrat inevitabil într-o derivă totală. A calculat că Pământul are 89 de milioane de ani vechime – o vârstă care se apropia destul de mult de

presupunerile lui Kelvin, dar din nefericire nu şi de realitate.

Confuzia era atât de mare, încât, până la sfârşitul secolului al XIX-lea, în funcţie de textul pe care îl consultai, puteai afla că numărul de ani dintre noi şi zorii vieţii complexe din cambrian era de trei milioane, 18 milioane, 600 de milioane, 794 de milioane sau 2,4 miliarde – ori vreun alt număr între aceste limite. Până târziu, spre 1910, una dintre cele mai respectate estimări, cea a americanului George Becker, plasa Pământul la o vârstă de numai 55 de milioane de ani.

Tocmai când lucrurile păreau imposibil de descâlcit, a apărut o altă figură extraordinară, cu o abordare inovatoare. Era un băiat de la o fermă din Noua Zeelandă, cu o purtare deschisă şi o minte strălucită, pe nume Ernest Rutherford, care a adus dovezi aproape imbatabile că Pământul este vechi de cel puţin câteva sute de milioane de ani, dacă nu mai mult.

Remarcabil este faptul că dovezile sale se bazau pe alchimie – naturală, spontană, credibilă ştiinţific şi fără nicio legătură cu ocultismul, totuşi alchimie. Newton nu se înşelase chiar atât de tare, după cum s-a dovedit. Iar cum s-a descoperit exact acest lucru urmează, fireşte, într-o altă poveste.

Capitolul 7

Despre elemente

În general, se consideră că ştiinţa chimiei, ca ramură onestă şi respectabilă, datează din 1661, când Robert Boyle de la Oxford a publicat lucrarea The Sceptical Chymist (Şimistul sceptic) – prima lucrare care face distincţia dintre chimişti şi alchimişti –, o tranziţie lentă şi de multe ori şovăielnică. Până în secolul al XVIII-lea, chimiştii se puteau simţi ciudat de confortabil în ambele domenii – precum

germanul Johann Becher, care a scris o lucrare sobră şi ireproşabilă despre mineralogie, numită Physica Subterranea, dar care era foarte sigur că, folosind materialele potrivite, putea deveni invizibil.

Poate că nimic nu întruchipează mai bine natura ciudată şi adesea accidentală a chimiei din zilele sale de început decât o descoperire făcută de un german pe nume Hennig Brand în 1675. Brand ajunsese la convingerea că aurul putea fi distilat cumva din urina umană. (Se pare că asemănarea de culoare a constituit un factor în concluziile sale.) A adunat cincizeci de găleţi de urină umană, pe care le-a ţinut vreme de mai multe luni în beci. Prin diverse procese obscure, a transformat mai întâi urina într-o pastă toxică şi apoi într-o substanţă ceroasă, translucidă. Niciuna dintre acestea nu a devenit aur, fireşte, dar s-a întâmplat totuşi ceva interesant. După o vreme, substanţa a început să strălucească. Mai mult, când era expusă la aer, de multe ori făcea combustie spontană.

Potenţialul comercial al acestui material – care curând a devenit cunoscut sub numele de fosfor, de la rădăcinile din greacă şi latină care însemnau „purtător de lumină” – nu a trecut neobservat de oamenii de afaceri dornici de câştig, dar, întrucât era greu de obţinut, exploatarea sa s-a dovedit mult prea costisitoare. Un gram de fosfor se vindea cu amănuntul pentru patru şilingi şi jumătate – circa zece lire sterline în banii de azi –, adică mai mult decât aurul.

La început, s-a apelat la soldaţi pentru a oferi materia primă, dar acest aranjament era departe de a asigura necesarul unei producţii pe scară industrială. Prin 1750, un chimist suedez pe nume Karl (sau Carl) Scheele a descoperit o cale de a produce fosfor în cantităţi mari, fără murdăria sau mirosul de urină. În mare parte, acestei bune stăpâniri a fosforului îi datorează Suedia faptul că a devenit şi este în continuare unul dintre marii producători de chibrituri ai lumii.

Scheele era, în acelaşi timp, un individ extraordinar şi extrem de ghinionist. Un umil farmacist fără vreo tangenţă cu tehnologiile avansate, el a descoperit opt elemente – clorul, fluorul, manganul, bariul, molibdenul, tungstenul, azotul şi oxigenul – şi nu a primit recunoaştere pentru niciunul dintre ele. De fiecare dată, descoperirile sale fie erau ignorate, fie ajungeau să fie publicate după ce altcineva făcuse aceeaşi descoperire pe altă cale. De asemenea, a descoperit numeroşi compuşi folositori, printre care amoniacul, glicerina şi acidul tanic, şi a fost primul care a înţeles potenţialul comercial al clorului ca înălbitor – toate descoperiri inovatoare, care i-au făcut pe alţii extrem de bogaţi.

Defectul remarcabil al lui Scheele era insistenţa sa ciudată de a gusta câte puţin din absolut toate substanţele cu care lucra, inclusiv substanţe faimoase pentru gustul lor neplăcut, cum ar fi mercurul, acidul prusic (o altă descoperire a sa) şi acidul cianhidric – un compus atât de cunoscut pentru efectul său otrăvitor, încât, o sută cincizeci de ani mai târziu, Erwin Schrödinger l-a ales ca toxina preferată într-un celebru experiment de gândire (vezi p. 163). Nesăbuinţa lui Scheele i-a venit în cele din urmă de hac. În 1786, la vârsta de numai patruzeci şi trei de ani, a fost găsit mort la masa de lucru, înconjurat de o întreagă gamă de substanţe toxice, astfel încât oricare dintre ele ar fi fost suficientă pentru a explica expresia perplexă şi definitivă de pe chipul său.

Dacă am fi trăit într-o lume dreaptă şi vorbitoare de limba suedeză, Scheele s-ar fi bucurat de recunoaştere universală. Aşa însă, aprecierile s-au îndreptat în general către chimişti mai proeminenţi, proveniţi în majoritate din lumea vorbitoare de limba engleză. Scheele a descoperit oxigenul în 1772, dar, din motive peste măsură de complicate, cu regret trebuie să vă spun că nu a reuşit să-şi vadă lucrarea publicată la timp. În schimb, recunoaşterea a primit-o Joseph Priestley, care a descoperit acelaşi element,

independent, dar cu mare întârziere, în vara lui 1774. Şi mai remarcabil a fost faptul că Scheele nu a primit recunoaşterea pentru descoperirea clorului. Aproape toate textele ştiinţifice îi atribuie descoperirea clorului lui Humphry Davy, care chiar l-a descoperit, dar la treizeci şi şase de ani după Scheele.

Deşi în secolul care îi desparte pe Newton şi Boyle de Scheele, Priestley şi Henry Cavendish chimia a parcurs un drum remarcabil, ea încă mai avea multe de făcut. Până în anii din urmă ai secolului al XVIII-lea (iar în cazul lui Priestley, puţin şi după), oamenii de ştiinţă de peste tot căutau, iar uneori chiar credeau că au găsit, lucruri care pur şi simplu nu existau: gaze viciate, acizi marini deflogistizaţi, floxe, calxe şi, în primul rând, flogiston, substanţa despre care se credea că reprezintă agentul activ în combustie. Se presupunea că undeva în toate acestea exista şi misteriosul élan vital, forţa care putea aduce la viaţă obiectele inanimate. Nimeni nu ştia unde se află această substanţă eterică, dar două lucruri păreau foarte probabile: că putea fi trezită la viaţă cu un şoc electric (o noţiune pe care Mary Shelley a exploatat-o din plin în romanul său Frankenstein); şi că există în unele substanţe, iar în altele nu, motiv pentru care noi am ajuns să avem două ramuri ale chimiei: organică (pentru substanţele despre care se credea că o conţin) şi anorganică (pentru cele care nu o conţineau).

Era nevoie de cineva cu o gândire profundă, care să împingă chimia către epoca modernă, iar cei care aveau să-l dea pe acest om au fost francezii. Numele lui era Antoine-Laurent Lavoisier. Născut în 1743, Lavoisier aparţinea micii nobilimi (tatăl lui cumpărase un titlu pentru familia sa). În 1768 şi-a cumpărat o participaţie cu drept de practică la o instituţie profund dispreţuită, numită Ferme Générale (sau Arenda Generală), care colecta taxe şi impozite în numele guvernului. Deşi, din câte ştim despre el, Lavoisier era o persoană blândă şi onestă, compania pentru care lucra nu

era nici una, nici cealaltă. De exemplu, nu le cerea taxe celor bogaţi, ci numai celor săraci şi, de multe ori, în mod arbitrar. Lavoisier era interesat de această instituţie pentru că îi asigura bunăstarea de care avea nevoie pentru a-şi urma principala pasiune, ştiinţa. La vârful carierei sale, câştigurile personale ajungeau la 150.000 de livre pe an – până la 12 milioane de lire sterline în banii de azi.

La trei ani după ce şi-a început această profitabilă carieră, s-a căsătorit cu fiica unuia dintre şefii săi, în vârstă de paisprezece ani. Căsătoria a fost o uniune a inimilor şi a spiritelor. Doamna Lavoisier avea o minte ascuţită şi curând a început să lucreze fructuos alături de soţul ei. În ciuda slujbei solicitante şi a vieţii sociale active, reuşeau aproape în fiecare zi să dedice cinci ore ştiinţei – două dimineaţa devreme şi trei seara –, precum şi întreaga zi de duminică, pe care o numeau jour de bonheur (ziua de fericire). Cumva, Lavoisier reuşea să-şi găsească timpul necesar pentru a fi inspector pentru praful de puşcă, pentru a supraveghea construirea unui zid în jurul Parisului, menit a-i ţine pe contrabandişti la distanţă, pentru a ajuta la descoperirea sistemului metric şi pentru a fi coautor la micul manual Méthode de nomenclature chimique, care a devenit cartea de căpătâi pentru stabilirea numelor de elemente.

În calitate de membru în Académie Royale des Sciences, i se cerea de asemenea să demonstreze un interes activ şi pertinent faţă de toate subiectele la ordinea zilei – hipnotism, reforma închisorilor, respiraţia insectelor, aprovizionarea cu apă a Parisului. Şi tocmai în exercitarea acestei calităţi, în 1780 Lavoisier a emis câteva remarci dispreţuitoare la adresa unei noi teorii a combustiei, propusă academiei de către un tânăr om de ştiinţă plin de iluzii. Teoria era într-adevăr greşită, dar omul de ştiinţă nu l-a iertat niciodată pe Lavoisier. Numele lui era Jean-Paul Marat.

Singurul lucru pe care Lavoisier nu l-a făcut niciodată a fost acela de a descoperi un element nou. Într-un moment în care aproape orice om care avea un pahar gradat de laborator, o flacără şi nişte prafuri interesante putea descoperi ceva nou – şi în care, nu întâmplător, două treimi dintre elemente aşteptau încă să fie găsite –, Lavoisier nu a reuşit să dea la iveală nici măcar unul. Cu siguranţă nu din lipsă de pahare gradate. Lavoisier avea până la treisprezece mii de astfel de pahare în laboratorul său, cel mai bine dotat laborator privat existent pe atunci, utilat până aproape de limita incredibilului.

În schimb, a luat descoperirile altora şi le-a pus într-o formă inteligibilă. S-a descotorosit de flogiston şi de gazele mefitice. A identificat oxigenul şi hidrogenul drept ceea ce sunt şi le-a stabilit amândurora numele moderne. Pe scurt, a introdus în chimie rigoarea, claritatea şi metoda.

Iar echipamentul său extravagant s-a dovedit a fi cât se poate de folositor. Ani de-a rândul, el şi madame Lavoisier şi-au ocupat timpul cu studii minuţioase, care necesitau măsurători dintre cele mai delicate. Au descoperit, de exemplu, că un obiect care rugineşte nu pierde din greutate, aşa cum presupunea toată lumea, ci dimpotrivă – o descoperire extraordinară. Cumva, pe măsură ce rugineşte, obiectul atrage particule de elemente din aer. Atunci a fost evident pentru prima dată faptul că materia poate fi transformată, dar nu eliminată. Dacă aţi arde acum această carte, materia din care este alcătuită s-ar transforma în fum şi cenuşă, dar cantitatea netă de materie din univers ar rămâne aceeaşi. Aceasta a devenit cunoscută drept conservarea masei, concept care la vremea sa a fost revoluţionar. Din nefericire, a coincis cu un alt gen de revoluţie – cea franceză –, iar în privinţa acesteia Lavoisier şi-a ales complet greşit baricada.

Nu numai că era membru al detestatei Ferme Générale, dar construise cu entuziasm zidul care izolase Parisul – un edificiu atât de dispreţuit, încât a fost primul lucru pe care

l-au atacat cetăţenii revoltaţi. Folosindu-se de acest lucru ca de o trambulină, în 1791 Marat, acum o voce de frunte în Adunarea Naţională, l-a denunţat pe Lavoisier şi a sugerat că venise de mult vremea ca acesta să fie spânzurat. La puţin timp după aceea, Ferme Générale a fost închisă. Nu a mai durat mult până când Marat a fost ucis în propria baie de o tânără îndurerată pe nume Charlotte Corday, dar era deja prea târziu pentru Lavoisier.

În 1793, Domnia Terorii, deja intensă, şi-a mărit cadenţa. În octombrie, a fost trimisă la ghilotină Maria Antoaneta. În luna următoare, pe când el şi soţia sa îşi făceau planuri tardive de a fugi în Scoţia, Lavoisier a fost arestat. În mai, el şi alţi treizeci şi unu de colegi de la Ferme Générale au fost aduşi în faţa Tribunalului Revoluţionar (într-o sală de judecată în care trona maiestuos bustul lui Marat). Opt dintre ei au fost achitaţi, dar Lavoisier şi ceilalţi au fost duşi direct în Place de la Révolution (acum Place de la Concorde), unde era amplasată cea mai solicitată ghilotină din Franţa. Lavoisier a privit cum este decapitat socrul său, apoi a urcat treptele să-şi înfrunte soarta. La mai puţin de trei luni după aceea, pe 27 iulie, Robespierre a fost trimis pe lumea cealaltă în acelaşi fel şi în acelaşi loc, după care Domnia Terorii s-a încheiat brusc.

La o sută de ani de la moartea sa, la Paris s-a ridicat o statuie a lui Lavoisier, care a fost îndelung admirată, până când cineva a remarcat că nu semăna deloc cu el. Supus la interogatoriu, sculptorul a recunoscut că folosise capul marchizului de Condorcet, matematician şi filosof – se pare că avea unul care-i prisosea –, în speranţa că nu îşi va da nimeni seama sau că, dacă îşi dădea seama, nu-i va păsa. În cea de-a doua privinţă avea perfectă dreptate. Statuia lui Lavoisier-cum-Condorcet a rămas la locul ei vreme de încă o jumătate de secol, până la al Doilea Război Mondial, când într-o bună dimineaţă a fost dată jos şi topită pentru refolosirea metalului.

La începutul secolului al XIX-lea, în Anglia a apărut moda de a inhala protoxid de azot, adică gaz ilariant, după ce s-a descoperit că administrarea sa „era acompaniată de o intensă emoţie a plăcerii”. În următoarea jumătate de secol, el avea să devină drogul preferat al tinerilor. O vreme, aceasta a reprezentat preocuparea aproape exclusivă a unei instituţii academice, Askesian Society. Teatrele au lansat „serile de gaz ilariant”, în timpul cărora voluntarii se alimentau cu o gură zdravănă şi apoi făceau deliciul audienţei cu clătinările şi împiedicările lor comice.

Abia în 1846 cineva s-a învrednicit să găsească o aplicaţie practică pentru protoxidul de azot: anestezic. Dumnezeu ştie câte zeci de mii de oameni au suferit inutil dureri agonizante sub bisturiul chirurgilor, doar pentru că nimeni nu s-a gândit la cea mai evidentă aplicaţie practică a acestui gaz.

Am menţionat acest lucru ca să arăt că, deşi a avansat atât de mult în secolul al XVIII-lea, chimia şi-a pierdut oarecum direcţia în primele decenii ale secolului al XIX-lea, cam în acelaşi fel în care avea să şi-o piardă şi geologia în primele decenii ale secolului XX. Pe de o parte, asta se putea explica prin absenţa aparatelor – de exemplu, maşinile centrifuge nu au existat înainte de a doua jumătate a secolului, ceea ce a restricţionat drastic gama de experimente practicabile –, iar pe de altă parte era o problemă socială. În general, chimia era considerată o ştiinţă pentru oamenii de afaceri, pentru cei care lucrau cu cărbune, potasă şi vopseluri, şi nu pentru gentlemeni, care erau de regulă atraşi de geologie, istorie naturală şi fizică. (Acest lucru era ceva mai puţin adevărat în Europa continentală decât în Marea Britanie, dar numai într-o măsură foarte mică.) Cred că este elocvent faptul că una dintre cele mai importante observaţii ale secolului, mişcarea browniană, care a demonstrat natura activă a moleculelor, nu i-a aparţinut unui chimist, ci unui botanist scoţian, Robert Brown. (Observaţia lui Brown din 1827 s-a

referit la faptul că micile granule de polen care pluteau pe suprafaţa apei îşi continuau mişcarea la nesfârşit, indiferent cât timp ar fi aşteptat să se liniştească. Cauza acestei mişcări permanente – mai exact, acţiunile moleculelor invizibile – a fost multă vreme un mister.)

Poate că lucrurile ar fi stat şi mai rău dacă nu ar fi existat un personaj fascinant prin stranietatea lui, contele de Rumford, care, în ciuda măreţiei titlului său, şi-a început viaţa în Woburn, Massachusetts, în 1753, sub simplul nume de Benjamin Thompson. Thompson era energic şi ambiţios, „plăcut la chip şi maniere”, uneori curajos şi peste măsură de deştept. Nu era însă tulburat de nicio piedică atât de supărătoare precum scrupulele. La vârsta de nouăsprezece ani, s-a căsătorit cu o văduvă bogată, cu paisprezece ani mai mare decât el, dar la izbucnirea revoluţiei în colonii judecata l-a înşelat, alegând să fie de partea loialiştilor; o vreme, chiar a spionat pentru aceştia. În anul fatidic 1776, când urma să fie arestat „pentru lipsă de entuziasm faţă de cauza libertăţii”, şi-a abandonat soţia şi copilul, luându-şi tălpăşiţa din faţa unei mulţimi de antiregalişti înarmaţi cu găleţi cu smoală fierbinte şi pungi cu pene şi animaţi de cea mai sinceră dorinţă de a-l împodobi din plin cu amândouă.

A debarcat mai întâi în Anglia şi apoi în Germania, unde a servit drept consilier militar pentru guvernul Bavariei; a impresionat autorităţile într-atât, încât în 1791 a fost numit conte de Rumford al Sfântului Imperiu Roman. Pe când se afla la München, a proiectat şi a construit faimosul parc cunoscut sub numele de Grădina Englezească.

Între aceste ocupaţii, şi-a găsit cumva timpul necesar pentru a desfăşura o extinsă şi serioasă activitate ştiinţifică. A devenit autoritatea numărul unu în lume în termodinamică şi a fost primul care a elucidat principiile convecţiei pentru fluide şi circulaţia curenţilor oceanici. De asemenea, a inventat câteva obiecte folositoare, printre care o cafetieră, îmbrăcămintea termoizolantă şi un gen de amenajare cunoscut şi acum sub numele de şemineul

Rumford. În timpul unui sejur în Franţa din 1805, a curtat-o pe madame Lavoisier, văduva lui Antoine-Laurent, luând-o apoi de soţie. Căsnicia a fost un eşec, cei doi despărţindu-se la scurt timp. Rumford a rămas mai departe în Franţa, unde a şi murit în 1814, înconjurat de stima tuturor, mai puţin de a fostelor sale soţii.

Am decis să îl menţionăm aici pentru că în 1799, într-un interludiu relativ scurt la Londra, a fondat Institutul Regal, încă una dintre numeroasele instituţii academice care s-au ivit ca ciupercile după ploaie în toată Marea Britanie la sfârşitul secolului al XVIII-lea şi începutul secolului al XIX-lea. O vreme, a fost aproape unica instituţie de înaltă ţinută care a promovat activ tânăra ştiinţă a chimiei, iar aceasta s-a datorat aproape exclusiv unui tânăr strălucit pe nume Humphry Davy, care a fost numit profesorul de chimie al instituţiei la scurt timp după înfiinţarea acesteia şi şi-a creat cu rapiditate faima de extraordinar conferenţiar şi experimentator productiv.

La puţin timp după ce şi-a ocupat funcţia, Davy a început să dea la iveală noi elemente, unul după altul – potasiul, sodiul, magneziul, calciul, stronţiul, aluminiul sau aluminul[18]. Faptul că a descoperit atât de multe elemente nu se datorează atât unei cascade de accese de genialitate, cât faptului că a dezvoltat o tehnică ingenioasă de a aplica electricitate unei substanţe topite – ceea ce numim acum electroliză. A descoperit în total douăsprezece elemente, o cincime din totalul celor cunoscute la acea vreme. Poate că Davy ar fi obţinut mult mai multe succese dacă, din nefericire, nu ar fi căpătat în tinereţe o atracţie statornică pentru plăcerile euforice ale gazului ilariant. S-a ataşat atât de mult de acest gaz, încât trăgea din el (literalmente) de trei-patru ori pe zi. Se spune că, în cele din urmă, gazul i-a venit de hac în 1829.

Din fericire, prin alte părţi ale lumii se aflau şi indivizi mai puţin ameţiţi, care munceau. În 1808, un quaker sever

pe nume John Dalton a devenit prima persoană care a făcut cunoscută natura atomului (progres pe care îl vom discuta mai în detaliu puţin mai târziu), iar în 1811 un italian cu un nume cum nu se poate mai expeditiv, Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro, conte de Quarequa şi Cerreto, a făcut o descoperire care avea să se dovedească extrem de semnificativă pe termen lung – anume aceea că, dacă două volume egale de gaze de orice tip sunt ţinute la aceeaşi presiune şi la aceeaşi temperatură, vor conţine un număr egal de molecule.

Principiul lui Avogadro, căci aşa a devenit el cunoscut, seducător prin simplitatea lui, prezenta două trăsături notabile. Prima este aceea că oferă un punct de pornire pentru o măsurătoare mai exactă a dimensiunilor şi greutăţii atomilor. Folosind matematica lui Avogadro, chimiştii au reuşit în cele din urmă să descopere, de exemplu, că un atom obişnuit are un diametru de 0,00000008 cm, ceea ce reprezintă o dimensiune cu adevărat foarte mică. Şi a doua trăsătură ar fi că, vreme de cincizeci de ani, aproape nimeni nu a ştiut de el[19].

În parte, aceasta s-a datorat faptului că Avogadro însuşi era un tip retras – lucra singur, coresponda foarte puţin cu alţi confraţi în ale ştiinţei, publica foarte puţine lucrări şi nu participa la niciun fel de reuniuni –, dar să nu uităm că nici nu se ţineau reuniuni la care să participe şi nici prea multe reviste de chimie în care să publice nu existau. Iată un aspect destul de curios; revoluţia industrială a fost determinată în bună parte de succesele în ramura chimiei şi totuşi chimia, ca ştiinţă organizată, abia dacă număra câteva decenii de existenţă.

Societatea de Chimie din Londra a fost fondată abia în 1841 şi a publicat un jurnal periodic abia din 1848, moment la care majoritatea societăţilor ştiinţifice din Marea Britanie – geologică, de geografie, zoologică, horticolă şi Linnaeană (pentru naturalişti şi botanişti) – aveau cel puţin

douăzeci de ani vechime, iar în câteva cazuri, chiar mai mult. Institutul de Chimie rival a luat fiinţă abia în 1877, la un an după fondarea Societăţii Americane de Chimie. Întrucât chimia se organiza în pas de melc, veştile despre importantele descoperiri ale lui Avogadro din 1811 au început să circule abia odată cu primul congres internaţional de chimie de la Karlsruhe din 1860.

Cum chimiştii lucrau de atâta vreme în izolare, nici convenţiile nu se puteau fixa mai rapid. Până după a doua jumătate a secolului, şi chiar mai bine, formula H2O2 putea însemna apă pentru un chimist şi peroxid de hidrogen pentru altul. Formula C2H4 putea însemna etilenă sau metan. Aproape că nu exista moleculă care să aibă o formulă uniformă.

În plus, chimiştii foloseau o varietate năucitoare de simboluri şi abrevieri, de multe ori invenţii proprii. J.J. Berzelius din Suedia a introdus o măsură extrem de necesară pentru a ordona aceste chestiuni, decretând că elementele se vor abrevia exclusiv pornind de la numele lor grecesc sau latinesc, motiv pentru care abrevierea pentru fier este Fe (de la latinescul ferrum), iar pentru argint este Ag (de la latinescul argentum). Faptul că atât de multe abrevieri se potrivesc cu denumirile lor englezeşti (O pentru oxigen/oxygen, H pentru hidrogen/hydrogen şi altele) este dovada influenţei limbii latine asupra limbii engleze, şi nu a vreunui statut privilegiat al ei. Pentru a indica numărul de atomi dintr-o moleculă, Berzelius a folosit o notare cu exponenţi – de exemplu, H^2O. Mai târziu, fără vreun motiv special, s-a instalat moda să se scrie numărul ca indice: H_2O.

În ciuda unor curăţenii ocazionale, până la jumătatea secolului al XIX-lea chimia era un fel de talmeş-balmeş, motiv pentru care toată lumea a fost fericită atunci când, în 1869, s-a ivit figura proeminentă a unui profesor cu aer de

nebun de la Universitatea din Sankt-Petersburg, pe nume Dmitri Ivanovici Mendeleev.

Mendeleev (scris uneori Mendeleyev sau Mendeléef) s-a născut în 1834 la Tobolsk, în vestul îndepărtat al Siberiei, într-o familie educată, relativ prosperă şi foarte numeroasă – atât de numeroasă, încât istoria nici măcar nu a reţinut cât de mulţi erau alde Mendeleev: unele surse susţin că erau paisprezece copii, altele spun că erau şaptesprezece. În orice caz, toate sursele sunt de acord că Dmitri era cel mai tânăr. Familia Mendeleev a avut partea sa de ghinioane. Când Dmitri era mic, tatăl lui, directorul şcolii din localitate, a orbit, iar mama sa a trebuit să meargă să muncească. O femeie de toată isprava, după cum se vede, aceasta a ajuns într-un final directoarea unei fabrici de sticlă de succes. Toate au mers bine până în 1848, când fabrica a ars din temelii, iar familia a rămas pe drumuri. Hotărâtă să-i ofere celui mai mic dintre copiii ei o educaţie bună, uluitoarea doamnă Mendeleev a pornit spre Sankt-Petersburg cu micul Dmitri, făcând autostopul de-a lungul a şase mii de kilometri – echivalentul unei călătorii de la Londra până în Guineea Ecuatorială – şi l-a lăsat la Institutul de Pedagogie. Epuizată de atât efort, a murit la scurt timp după aceea.

Mendeleev şi-a urmat studiile cu sârguinţă şi, în final, a obţinut un post la universitatea din localitate. Acolo a fost un chimist competent, dar fără să strălucească, fiind cunoscut mai curând pentru părul şi barba în dezordine, pe care şi le potrivea din foarfecă o singură dată pe an, decât pentru talentele sale în laborator.

Însă în 1869, la vârsta de treizeci şi cinci de ani, a început să cocheteze cu ideea unei modalităţi de a ordona elementele. La acea vreme, acestea erau grupate de regulă în două feluri – fie după greutatea atomică, folosind principiul lui Avogadro, fie după proprietăţile lor comune (de exemplu, dacă erau gaze sau metale). Noutatea ideii lui

Mendeleev a fost aceea că şi-a dat seama că cele două se pot combina într-un singur tabel.

Cum se întâmplă deseori în ştiinţă, principiul fusese anticipat de un chimist amator din Anglia, pe nume John Newlands. Acesta a afirmat că, atunci când erau aranjate după greutate, elementele păreau să prezinte anumite proprietăţi repetitive – într-un anume fel, să se armonizeze – la fiecare a opta poziţie de-a lungul scării. Uşor nechibzuit, deoarece acestei idei încă nu-i venise vremea, Newlands a numit-o Legea Octavelor şi a asemuit-o cu aranjamentul octavelor de pe claviatura pianului. Poate că modalitatea de prezentare a lui Newlands era oarecum hazardată, dar, în orice caz, ideea a fost considerată în esenţă aberantă, iar oamenii şi-au bătut joc de ea. La întruniri, membrii mai mucaliţi ai audienţei îl întrebau uneori dacă le putea cere elementelor să le cânte ceva. Descurajat, Newlands a renunţat să-şi dezvolte ideea şi curând a dispărut complet din peisaj.

Mendeleev a folosit o abordare uşor diferită, plasând elementele în grupuri de câte şapte, dar a brodat practic în jurul aceleiaşi premise fundamentale. Şi deodată, aceeaşi idee a devenit acum genială, căpătând o spectaculoasă valoare instructivă. Întrucât proprietăţile se repetau periodic, invenţia a devenit cunoscută sub numele de Tabelul periodic.

Se spune că Mendeleev s-ar fi inspirat din jocul de cărţi cunoscut în America de Nord drept solitaire şi pasienţă în alte părţi, în care cărţile sunt aranjate orizontal după culoare şi vertical după număr. Folosind un concept în bună parte similar, el a aranjat elementele în şiruri orizontale, numite perioade, şi în coloane verticale, numite grupe. Astfel se reliefau imediat un set de relaţii atunci când erau citite de sus în jos şi de jos în sus şi un alt set atunci când erau citite de la stânga la dreapta sau invers. Mai exact, coloanele verticale reunesc elemente chimice cu proprietăţi similare. Astfel, aurul stă sub argint, iar argintul stă sub

cupru datorită asemănărilor lor chimice ca metale, în vreme ce heliul, neonul şi argonul aparţin unei coloane conţinând gaze. (Factorul care determină ordonarea lor este în realitate ceva ce se numeşte valenţele electronilor, iar dacă vreţi să le înţelegeţi exact, e mai bine să vă înscrieţi la nişte cursuri serale.) Şirurile orizontale aranjează elementele chimice în ordine crescătoare, în funcţie de numărul de protoni din nucleu – cunoscut sub numele de număr atomic.

Vom discuta despre structura atomilor şi semnificaţia protonilor în următorul capitol; pentru moment, nu trebuie decât să apreciem principiul organizator: hidrogenul are un singur proton şi, prin urmare, are numărul atomic unu, fiind deci primul în tabel; uraniul are nouăzeci şi doi de protoni şi, prin urmare, se află aproape de capătul tabelului, întrucât are numărul atomic nouăzeci şi doi. În această privinţă, după cum sublinia Philip Ball, chimia este doar o chestiune de numărătoare. (În treacăt fie spus, numărul atomic nu trebuie confundat cu masa atomică, adică numărul de protoni şi de neutroni din atomul unui element dat.)

Mai rămăseseră încă multe lucruri necunoscute şi neînţelese. Hidrogenul este cel mai abundent element al universului şi totuşi nimeni nu avea să ghicească acest lucru în următorii treizeci de ani. Heliul, al doilea element cantitativ, fusese descoperit cu numai un an înainte – existenţa sa nu fusese nici măcar bănuită –, şi atunci nu pe Pământ, ci în Soare, unde a fost observat cu un spectroscop în timpul unei eclipse solare, motiv pentru care a fost denumit după zeul grec al soarelui, Helios. A fost izolat abia în 1895. Chiar şi aşa, graţie invenţiei lui Mendeleev, chimia se afla acum pe o bază solidă.

Pentru cei mai mulţi dintre noi, Tabelul periodic reprezintă o abstracţiune frumoasă, dar pentru chimişti acesta a introdus imediat o ordine concretă şi clară, ale cărei beneficii întrec orice binemeritată laudă. „Fără niciun

dubiu, Tabelul periodic al elementelor chimice este cel mai elegant tabel de ordonare inventat vreodată”, scria Robert E. Krebs în *The History and Use of Our Earth’s Chemical Elements (Istoria şi folosirea elementelor chimice de pe Pământ)* – şi aceste sentimente se regăsesc practic în toate istoriile chimiei existente.

Astăzi avem „în jur de o sută douăzeci” de elemente cunoscute – cele nouăzeci şi două care apar în mod natural, plus vreo două duzini create în laboratoare. Numărul exact este oarecum discutabil, deoarece elementele grele, sintetizate există numai pentru câteva nanosecunde, iar chimiştii se îndoiesc uneori că ele au fost cu adevărat detectate. În vremea lui Mendeleev, existau numai şaizeci şi trei de elemente cunoscute, dar tocmai în aceasta a constat genialitatea lui: şi-a dat seama că elementele care erau cunoscute la acel moment nu alcătuiau paleta completă şi că lipseau încă multe piese. Tabelul său prezicea cu o acurateţe liniştitoare unde aveau să se plaseze elementele noi atunci când aveau să fie descoperite.

TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR CHIMICE

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub						
LANTANIDE			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
ACTINIDE			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

În treacăt fie spus, nimeni nu ştie până la cât ar putea ajunge numărul elementelor, deşi o masă atomică mai mare de o sută şaizeci şi opt este considerată „pură speculaţie”; însă este o certitudine faptul că tot ce va fi descoperit se va încadra perfect în marea schemă a lui Mendeleev.

Secolul al XIX-lea mai pregătea o mare surpriză pentru chimişti. A început în 1896, când Henri Becquerel din Paris a uitat, neglijent, un pachet cu săruri de uraniu pe o plachetă fotografică împachetată, într-un sertar. Mai târziu, când a scos plăcuţa, a descoperit cu surprindere că sărurile lăsaseră o marcă imprimată pe ea, ca şi cum plăcuţa ar fi fost expusă la lumină. Sărurile emiteau un fel de raze.

Având în vedere importanţa descoperirii, Becquerel a făcut un lucru complet neaşteptat: a încredinţat-o unui student de la cursurile postuniversitare să o studieze. Din fericire, studentul era o emigrantă nou-venită din Polonia, pe nume Marie Curie. Aceasta, lucrând alături de proaspătul ei soţ, Pierre, a descoperit că anumite tipuri de roci emiteau constant cantităţi extraordinare de energie, fără să îşi diminueze dimensiunile sau să se schimbe într-un mod evident. Ceea ce nu ştiau ea şi soţul ei – şi nu avea să ştie nimeni până în deceniul următor, când Einstein urma să explice cum stau lucrurile – era faptul că rocile transformau masa în energie cu o extraordinară eficienţă. Marie Curie a botezat acest efect „radioactivitate”. În decursul muncii lor, soţii Curie au descoperit şi două elemente noi – poloniul, pe care l-au denumit după ţara lor natală, şi radiul. În 1903 soţii Curie şi Becquerel au primit împreună Premiul Nobel pentru fizică. (Marie Curie avea să primească un al doilea Nobel în 1911 pentru chimie, devenind singurul om de ştiinţă care a câştigat acest premiu atât pentru chimie, cât şi pentru fizică.)

La Universitatea McGill din Montréal, tânărul de origine neozeelandeză Ernest Rutherford devenea pasionat de noile materiale radioactive. Împreună cu un coleg pe nume Frederick Soddy, a descoperit că în aceste cantităţi mici de materie se ascundeau rezerve imense de energie şi că degradarea radioactivă a acestor rezerve putea explica cea mai mare parte din încălzirea Pământului. Au descoperit, de asemenea, că elementele radioactive se descompun în alte elemente – că într-o zi poţi avea un atom de uraniu, să zicem, pentru ca a doua zi să găseşti unul de plumb. Un lucru cu adevărat extraordinar! Era alchimie pură; nimeni nu-şi imaginase vreodată că acest lucru se putea întâmpla natural şi spontan.

Fire întotdeauna pragmatică, Rutherford a fost primul care şi-a dat seama că acest lucru ar putea avea aplicaţii practice valoroase. A observat că pentru orice eşantion de material radioactiv era nevoie de acelaşi interval de timp pentru dezintegrarea unei jumătăţi din eşantion – faimosul timp de înjumătăţire[20] – şi că această rată constantă, certă de dezintegrare poate fi folosită ca un fel de ceas. Calculând în sens invers, de la cantitatea de radiaţie pe care materialul o are acum şi de la viteza de dezintegrare, se poate afla vârsta acestuia. Rutherford a testat o bucată de minereu de uraniu şi a descoperit că este veche de 700 de milioane de ani – mult mai veche decât vârsta pe care majoritatea oamenilor erau dispuşi să o acorde Pământului.

În primăvara lui 1904, Rutherford a făcut o călătorie la Londra pentru a ţine o conferinţă la Institutul Regal – augusta organizaţie fondată de contele de Rumford cu numai o sută cinci ani înainte; numai că acea epocă a perucilor pudrate părea acum un eon îndepărtat, în comparaţie cu robusteţea întreprinzătoare a victorienilor târzii. Rutherford se afla acolo pentru a vorbi despre noua teorie a dezintegrării prin radioactivitate, iar pentru demonstraţie şi-a prezentat bucata de blendă. Plin de tact –

pentru că în auditoriu se afla de-acum vârstnicul Kelvin, chiar dacă nu întotdeauna complet treaz –, a subliniat că însuşi Kelvin sugerase că descoperirea unei surse alternative de căldură avea să-i arunce în aer calculele. Rutherford descoperise acea sursă alternativă. Graţie radioactivităţii, Pământul putea fi – şi era de la sine înţeles acum că este – mult mai bătrân decât cele 24 de milioane de ani pe care i le acordau calculele finale ale lui Kelvin.

Kelvin s-a arătat încântat de prezentarea respectuoasă a lui Rutherford, dar nu s-a lăsat clintit. El nu a acceptat niciodată noile cifre revizuite şi, până în ultima zi a vieţii lui, a considerat că studiile asupra vârstei Pământului reprezintă cea mai inteligentă şi mai importantă contribuţie a sa la ştiinţă – mult mai importantă decât lucrările din domeniul termodinamicii.

Cum s-a întâmplat cu majoritatea revoluţiilor ştiinţifice, noile descoperiri ale lui Rutherford nu au fost primite cu braţele deschise peste tot. John Joly din Dublin a insistat cu încăpăţânare până în anii 1930 că Pământul nu este mai vechi de 89 de milioane de ani, iar insistenţele nu i-au fost oprite decât de moarte. Alţii au început să se îngrijoreze că Rutherford le-ar pune acum la dispoziţie prea mult timp. Dar, chiar folosind datarea radiometrică, aşa cum au ajuns să fie denumite măsurătorile în funcţie de degradare, aveau să treacă mai multe decenii până să ajungem la o estimare cu o marjă de eroare de aproximativ un miliard de ani faţă de vârsta reală a Pământului. Ştiinţa se afla pe calea cea bună, dar mai avea încă un drum lung de parcurs.

Kelvin a murit în 1907. Acelaşi an a adus şi moartea lui Dmitri Mendeleev. Asemenea lui Kelvin, îşi încheiase demult partea activă a vieţii, dar anii săi din urmă nu au fost nici pe departe la fel de liniştiţi. Pe măsură ce îmbătrânea, Mendeleev devenea tot mai excentric – a refuzat să accepte existenţa radiaţiei sau a electronului şi a aproape oricărei noutăţi – şi mai dificil. Ultimele sale decenii de viaţă s-au scurs în cea mai mare parte printre

ieşiri furtunoase din laboratoare şi amfiteatre din întreaga Europă. În 1955 elementul cu numărul 101 a fost numit mendeleviu, în onoarea sa. „Cum nu se poate mai potrivit”, a remarcat Paul Strathern, „este un element instabil”.

Fireşte că radiaţia şi-a continuat drumul, la propriu, şi încă pe căi de nimeni bănuite. La începutul anilor 1900, Pierre Curie a început să dea semne vizibile de boală provocată de radiaţii – în principal, dureri surde în oase şi stări cronice de rău –, care ar fi avansat fără îndoială în mod neplăcut. Nu vom şti niciodată cu exactitate, deoarece în 1906 a suferit un accident fatal, fiind călcat de o trăsură pe când traversa o stradă din Paris.

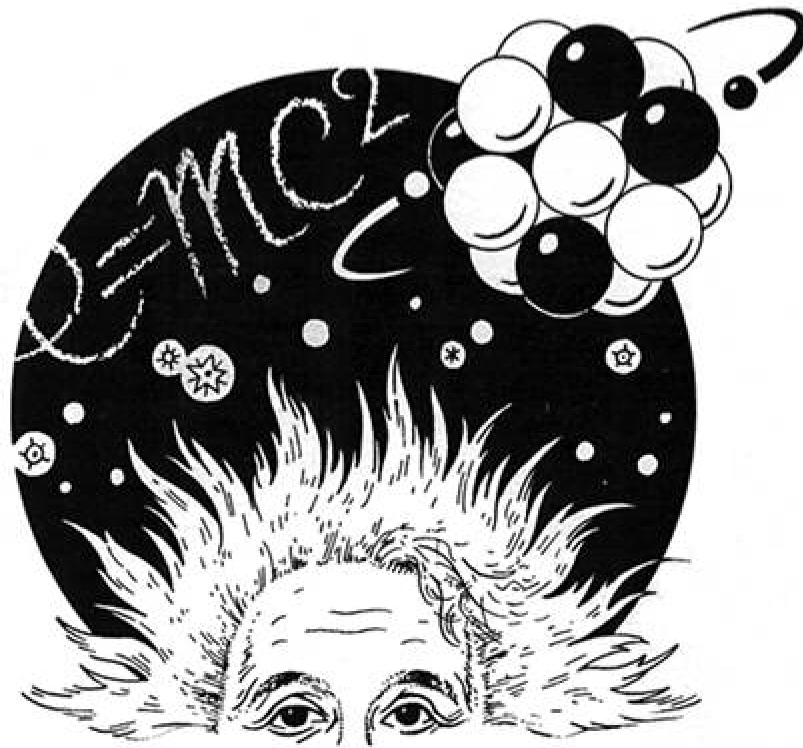
Marie Curie şi-a petrecut restul vieţii cu cercetări distinse în domeniu, contribuind la fondarea valorosului Institut al Radiului din cadrul Universităţii din Paris în 1914. În ciuda celor două Premii Nobel câştigate, ea nu a fost niciodată aleasă membră a Academiei de Ştiinţe, în mare parte deoarece, după moartea lui Pierre, a întreţinut o legătură cu un fizician căsătorit, suficient de indiscret încât să-i scandalizeze până şi pe francezi – sau, cel puţin, pe venerabilii care conduceau Academia, ceea ce este, cred eu, altă poveste.

Multă vreme s-a presupus că orice lucru care aduce o energie atât de miraculoasă ca radioactivitatea trebuie să fie benefic. Ani de-a rândul, producătorii de pastă de dinţi şi laxative au adăugat toriu în produsele lor şi, cel puţin până la finele anilor 1920, hotelul Glen Springs din regiunea Finger Lakes din New York (şi, fără îndoială, mulţi alţii) a lăudat plin de mândrie efectele terapeutice ale „izvoarelor minerale radioactive”. Abia în 1938 a fost interzisă introducerea acestor elemente în produsele de consum. Era însă prea târziu pentru Madame Curie, care murise de leucemie în 1934. Radiaţia este atât de pernicioasă şi de rezistentă în timp, încât, chiar şi acum, lucrările sale din anii 1890 – ba chiar şi cărţile sale de bucate – sunt mult prea periculoase pentru a fi atinse.

Cărţile ei de laborator sunt ţinute în cutii protejate cu plumb şi toţi cei care doresc să le vadă trebuie să poarte echipament de protecţie.

Graţie muncii devotate şi de mare risc a primilor oameni de ştiinţă din domeniul atomic, chiar dacă ei înşişi nici măcar nu-l bănuiau, până în primii ani ai secolului XX s-a aflat cu certitudine că Pământul avea o vârstă neîndoielnic venerabilă, deşi mai era nevoie de încă o jumătate de secol de ştiinţă înainte ca cineva s-o poată aproxima corect. Între timp, ştiinţa era pe cale să deschidă o nouă eră în propria evoluţie: era atomică.

Partea a III-a
Zorii unei noi ere



„Un fizician este modul în care atomii gândesc despre atomi.”

Anonim

Capitolul 8

Universul lui Einstein

Pe măsură ce secolul al XIX-lea se apropia de final, oamenii de ştiinţă puteau privi înapoi şi constata cu satisfacţie că dăduseră de cap celor mai multe dintre misterele lumii fizice: electricitatea, magnetismul, gazele, optica, acustica, cinetica, mecanica statistică, pentru a

numi doar câteva, se aşterneau acum cuminţi şi ordonate la picioarele lor. Descoperiseră razele X, razele catodice, electronul, radioactivitatea, inventaseră ohmul, wattul, kelvinul, joulul, amperul şi micuţul erg.

Dacă ceva putea fi oscilat, accelerat, perturbat, distilat, combinat, cântărit sau transformat în gaz, o făcuseră deja, iar pe parcurs descoperiseră un corp de legi universale cu atâta greutate şi măreţie, încât noi încă avem tendinţa să le scriem cu majuscule: Teoria Ondulatorie a Luminii, Legea Proporţiilor Echivalente a lui Richter, Legea Gazelor a lui Charles, Legea Gay-Lussac, Principiul Zero, Conceptul de Valenţă, Legile Acţiunii Masei şi multe altele, nenumărate. Întreaga lume zornăia şi pufăia de maşinile şi instrumentele pe care le produsese ingeniozitatea umană. Mulţi înţelepţi credeau că ştiinţei nu-i mai rămăsese mare lucru de descoperit.

În 1875, când un tânăr neamţ din Kiel pe nume Max Planck încerca să hotărască dacă să-şi dedice viaţa matematicii sau fizicii, i s-a cerut stăruitor să nu aleagă fizica, deoarece toate marile descoperiri fuseseră deja făcute. A fost asigurat că următorul secol avea să fie unul al consolidărilor şi al cizelării, şi nu al revoluţiilor. Însă Planck nu a ascultat de nimeni. A studiat fizica teoretică şi s-a cufundat trup şi suflet în studiul entropiei, proces care stă la baza termodinamicii şi care părea să promită multe unui tânăr ambiţios[21]. În 1891 a venit cu propriile rezultate şi, spre marea sa dezamăgire, a aflat că cercetările importante asupra entropiei fuseseră într-adevăr făcute, în acest caz de către un om de ştiinţă solitar de la Universitatea Yale, pe nume J. Willard Gibbs.

Gibbs este probabil cea mai strălucită minte de care nu a auzit aproape nimeni. Modest aproape până la limita invizibilităţii, şi-a petrecut practic întreaga viaţă, cu excepţia celor trei ani de studii în Europa, pe o suprafaţă de trei cvartale, mărginită de casa lui şi campusul de la

Yale din New Haven, Connecticut. În primii zece ani petrecuţi la Yale, nici măcar nu s-a obosit să-şi ridice salariul (avea mijloace proprii). Din 1871, când a intrat la universitate ca profesor, până la moartea sa, în 1903, cursurile sale au atras, în medie, poate ceva mai mult de un student pe semestru. Lucrările lui erau greu de urmărit şi conţineau o formă personală de notare pe care mulţi o găseau incomprehensibilă. Dar printre formulările sale cabalistice se găseau îngropate observaţiile unei inteligenţe dintre cele mai strălucite.

Între 1875 şi 1878, Gibbs a scris o serie de lucrări intitulate colectiv *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances (Despre echilibrul substanţelor eterogene),* care arunca o lumină orbitoare asupra principiilor termodinamice ale... păi, aproape orice: „gaze, amestecuri, suprafeţe, corpuri solide, tranziţii de fază... reacţii chimice, celule electrochimice, sedimente şi osmoză”, ca să-l cităm pe William H. Cropper. Pe scurt, Gibbs a reuşit să demonstreze că termodinamica nu se aplică pur şi simplu căldurii şi energiei, la genul de scară largă şi zgomotoasă pe care ţi-o imaginezi gândindu-te la motorul cu abur, ci este prezentă şi îşi exercită influenţa la nivelul atomic al reacţiilor chimice. *Echilibrul* lui Gibbs a fost supranumit *„Principiile termodinamicii”*, dar, din motive ce sfidează orice speculaţie, Gibbs a ales să-şi publice aceste observaţii de referinţă în *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences,* un ziar care reuşea să fie obscur până şi în Connecticut, acesta fiind motivul pentru care Planck nu a auzit de el decât atunci când era prea târziu.

Neabătut – ei bine, poate uşor abătut –, Planck şi-a îndreptat atenţia către alte probleme[22]. Vom reveni şi noi asupra acestor lucruri imediat, dar mai întâi trebuie să facem un mic (dar important) ocol prin Cleveland, Ohio şi printr-o instituţie cunoscută pe atunci drept Case School of Applied Science. Acolo, în anii 1880, un fizician abia ajuns

la maturitate, pe nume Albert Michelson, asistat de prietenul său, chimistul Edward Morley, iniţia o serie de experimente care au produs rezultate curioase şi neliniştitoare ce aveau să-şi extindă consecinţele asupra multor evenimente ulterioare.

Fără nicio intenţie, Michelson şi Morley au reuşit să submineze o credinţă îndelungată în ceva numit eter, un mediu luminifer stabil, invizibil, fără greutate şi fără frecare şi, din nefericire, complet imaginar, despre care se credea că este infiltrat peste tot în Univers. Conceput de Descartes şi primit cu braţele deschise de Newton, venerat de aproape toată lumea de atunci încoace, eterul a deţinut o poziţie absolut centrală în fizica secolului al XIX-lea, reprezentând o modalitate de a explica felul în care călătoreşte lumina prin vidul cosmic. El fusese necesar în anii 1800, deoarece, la acel moment, lumina şi electromagnetismul erau înţelese ca unde, adică nişte tipuri de vibraţii. Iar vibraţiile trebuie să se propage prin ceva; de aici provin nevoia şi ataşamentul îndelungat faţă de eter. În 1909 marele fizician britanic J.J. Thomson încă mai susţinea că „eterul nu este o creaţie fantastică a filosofiei speculative; pentru noi, este la fel de esenţial ca aerul pe care-l respirăm" – şi aceasta la mai bine de patru ani după ce se stabilise cu destulă certitudine că acesta nu există. Una peste alta, oamenii erau foarte ataşaţi de eter.

Dacă vrei să ilustrezi ideea că America secolului al XIX-lea era un pământ al făgăduinţei, cu greu ai putea găsi un exemplu mai grăitor decât viaţa lui Albert Michelson. Născut în 1852 la graniţa germano-poloneză, într-o familie de comercianţi evrei săraci, a emigrat în Statele Unite împreună cu familia pe când era copil şi a crescut într-o tabără minieră din ţinutul goanei după aur din California, unde tatăl său avea o afacere cu textile şi efecte. Cum era prea sărac ca să-şi poată plăti studiile la colegiu, a plecat la Washington, unde şi-a făcut obiceiul de a trândăvi pe treptele din faţa Casei Albe, astfel încât să se poată

strecura în preajma preşedintelui Ulysses S. Grant atunci când acesta ieşea pentru a-şi face plimbarea zilnică (evident, ne aflam încă într-o epocă a inocenţei). În timpul acestor plimbări, Michelson a intrat până într-atât în graţiile preşedintelui, încât Grant a acceptat să îi asigure un loc gratis la Academia Navală a SUA. Şi acolo Michelson a învăţat fizică.

Zece ani mai târziu, de-acum profesor la Case School în Cleveland, Michelson a devenit interesat de măsurarea a ceva numit curent eteric – un fel de contracurent produs de obiectele în mişcare atunci când îşi croiesc drum prin spaţiu. Una dintre predicţiile fizicii newtoniene spunea că, pe măsură ce lumina înaintează în eter, viteza ei ar trebui să varieze în raport cu un observator, în funcţie de direcţia de mişcare a acestuia, către sursa de lumină sau în sensul opus ei, dar nimeni nu descoperise o modalitate de a măsura acest lucru. Lui Michelson i-a trecut prin cap ideea că, jumătate din an, Pământul se îndreaptă către Soare, iar în cealaltă jumătate a anului se îndepărtează de acesta şi a conchis că, dacă efectuezi măsurători suficient de atente în anotimpuri opuse şi compari timpul de deplasare a luminii în fiecare dintre cele două, ar trebui să găseşti răspunsul.

Michelson l-a convins pe Alexander Graham Bell, proaspăt îmbogăţitul inventator al telefonului, să îi pună la dispoziţie fondurile necesare ca să construiască un instrument ingenios şi delicat, după proiectul său personal, numit interferometru, care putea măsura viteza luminii cu mare precizie. Apoi, asistat de genialul, dar cam morocănosul Morley, Michelson a declanşat o serie de măsurători minuţioase pe parcursul mai multor ani. Munca era delicată şi epuizantă; a trebuit oprită o vreme, atât cât să-i lase lui Michelson răgazul pentru o scurtă, dar amplă cădere nervoasă, iar în 1887 au obţinut în sfârşit rezultatele. Iar acestea nu semănau deloc cu ceea ce se aşteptaseră cei doi oameni de ştiinţă să descopere.

Kip S. Thorne, astrofizicianul de la Caltech, scria: „Viteza luminii s-a dovedit a fi aceeaşi în toate direcţiile şi în toate anotimpurile”. A fost pentru prima oară în două sute de ani – în exact două sute de ani – când s-a ajuns la un indiciu că legile lui Newton s-ar putea să nu se aplice tot timpul peste tot. Rezultatul obţinut de Michelson şi Morley s-a dovedit a fi, după cum spunea William H. Cropper, „probabil cel mai faimos rezultat negativ din istoria fizicii”. Michelson a fost recompensat pentru munca sa cu Premiul Nobel pentru fizică – primul american onorat cu această distincţie –, dar abia după douăzeci de ani. Între timp, experimentele Michelson-Morley aveau să persiste sâcâitor în fundalul gândirii ştiinţifice, ca un miros de mucegai.

Remarcabil este faptul că, în ciuda descoperirilor sale, în zorii secolului XX, Michelson se număra printre cei care considerau că munca ştiinţei se apropia de sfârşit şi că mai rămăseseră „numai nişte turle şi pinacluri de adăugat şi de aranjat câteva colţuri la acoperiş”, în formularea unui autor de la revista Nature.

În realitate, lumea se pregătea, cum e şi firesc, să inaugureze un secol al ştiinţei în care mulţi nu aveau să înţeleagă nimic şi nimeni nu avea să înţeleagă totul. Foarte curând, oamenii de ştiinţă aveau să se trezească plutind în derivă într-un ameţitor tărâm al particulelor şi antiparticulelor, în care lucrurile apar şi dispar la intervale de timp ce fac nanosecundele să pară leneşe şi anodine şi în care totul este ciudat. Ştiinţa trecea de la lumea macrofizicii, în care obiectele puteau fi văzute, atinse şi măsurate, la una a microfizicii, în care evenimentele se desfăşoară cu o rapiditate de neconceput, încadrându-se în ordine de mărime mult sub limitele imaginabilului. Eram pe cale să deschidem era cuantică, iar prima persoană care a întredeschis uşa a fost ghinionistul, până acum, Max Planck.

În 1900, acum membru al catedrei de fizică teoretică de la Universitatea din Berlin şi aflat la relativ înaintata vârstă

de patruzeci şi doi de ani, Planck a adus la lumină o nouă „teorie cuantică”, una care susţinea că energia nu este un continuu, ca o apă curgătoare, ci vine în pachete individualizate, pe care el le-a numit cuante. Acesta chiar a fost un concept inovator şi încă unul foarte bun. Pe termen scurt, avea să ajute la descoperirea unei soluţii pentru enigma experimentelor Michelson-Morley prin aceea că demonstra că nu este obligatoriu ca lumina să fie o undă. Pe termen lung, avea să pună bazele întregii fizici moderne. Indiferent cum am privi-o, a fost primul indiciu că lumea era pe cale să se schimbe.

Dar evenimentul de referinţă – zorii unei noi ere – s-a produs în 1905, când în publicaţia germană de fizică Annalen der Physik au apărut o serie de lucrări ale unui tânăr birocrat elveţian care nu avea nicio legătură cu lumea universitară, niciun acces la laboratoare şi nicio intrare permanentă la vreo bibliotecă impozantă, alta decât cea a biroului naţional de patente din Berna, unde era angajat pe postul de examinator tehnic clasa a III-a (cu puţin timp înainte, îi fusese respinsă cererea de a fi promovat ca examinator tehnic clasa a II-a).

Numele lui era Albert Einstein şi, în acel an spectaculos, a trimis la Annalen der Physik cinci lucrări; după spusele lui C.P. Snow, trei dintre ele „se numărau printre cele mai valoroase din istoria fizicii”: una analiza efectul fotoelectric prin prisma noii teorii cuantice a lui Planck, una se ocupa de comportamentul particulelor mici aflate în suspensie (cunoscut drept mişcare browniană), iar cealaltă schiţa o Teorie Specială a Relativităţii.

Prima dintre acestea, care a explicat natura luminii (şi, de asemenea, a contribuit la apariţia televiziunii, printre altele), i-a adus autorului său un Premiu Nobel[23]. Cea de-a doua lucrare a oferit dovada că atomii există – un lucru care, în mod surprinzător, fusese contestat. A treia lucrare nu a făcut decât să schimbe lumea.

Einstein s-a născut la Ulm, în sudul Germaniei, în 1879, dar a crescut la München. Aproape nimic din anii copilăriei sale nu sugera măreţia ce avea să vină. Este bine cunoscut faptul că nu a învăţat să vorbească până la vârsta de trei ani. În anii 1890, când firma de articole electrice a tatălui său a dat faliment, familia s-a mutat la Milano, dar Albert, de acum adolescent, a plecat în Elveţia să îşi continue studiile... însă a picat la prima încercare de a intra la colegiu. În 1896 a renunţat la cetăţenia germană pentru a scăpa de recrutarea în armată şi a intrat la Institutul Politehnic din Zürich, la o facultate de patru ani care scotea pe bandă rulantă profesori de ştiinţe pentru liceu. A fost un student inteligent, fără să se remarce în mod deosebit.

A absolvit în 1900 şi, după câteva luni, a început să publice lucrări în *Annalen der Physik.* Prima sa lucrare, despre fizica fluidelor în paiele de băut (că altceva nici nu putea găsi), a apărut în acelaşi număr cu teoria cuantică a lui Planck. Între 1902 şi 1904 a scris o serie de lucrări despre mecanica statistică, pentru a constata mai târziu că fecundul, dar silenţiosul J. Willard Gibbs din Connecticut realizase deja şi aceste descoperiri, în ale sale *Elementary Principles of Statistical Mechanics (Principii elementare de mecanică statistică)* din 1901.

Albert s-a îndrăgostit de o colegă studentă, o unguroaică pe nume Mileva Maric. În 1901 au avut un copil în afara căsătoriei, o fiică pe care au dat-o discret spre adopţie. Einstein nu şi-a văzut niciodată copilul. Doi ani mai târziu, s-a căsătorit cu Maric. Între aceste evenimente, în 1902 Einstein şi-a luat o slujbă la biroul elveţian de patente, unde avea să lucreze în următorii şapte ani. Era încântat de munca sa: suficient de provocatoare ca să-i solicite mintea, dar nu într-atât de agasantă ca să îi distragă atenţia de la preocupările sale pentru fizică. Cam în acest context a formulat Teoria Specială a Relativităţii în 1905.

„Electrodinamica corpurilor în mişcare” este una dintre cele mai extraordinare lucrări ştiinţifice publicate vreodată, atât pentru felul în care era prezentată, cât şi pentru conţinut. Nu cuprindea niciun fel de citate sau note de subsol, nu necesita aproape deloc matematică, nu menţiona nicio lucrare care să îi fi precedat sau din care să se fi inspirat şi pomenea sprijinul unei singure persoane, un coleg de la biroul de patente, pe nume Michele Besso. C.P. Snow scria că parcă „Einstein ajunsese la aceste concluzii prin gândire pură, fără niciun ajutor şi fără să fi fost influenţat de opinia nimănui. Oricât de surprinzător ar părea, în cea mai mare parte exact aşa se petrecuseră lucrurile”.

Faimoasa sa ecuaţie

$$E = m \times c^2$$

nu apărea în această lucrare, dar a fost menţionată într-un scurt supliment care a venit câteva luni mai târziu. După cum vă amintiţi din anii de şcoală, E în această ecuaţie reprezintă energia, m reprezintă masa, iar c^2 reprezintă pătratul vitezei luminii.

Mai pe înţelesul tuturor, ecuaţia spune că între masă şi energie există o echivalenţă. Cele două sunt forme ale aceluiaşi lucru: energia este materie eliberată, materia este energie pe cale de a se produce. De vreme ce c^2 (adică viteza luminii la pătrat) este un număr absolut enorm, ecuaţia spune că în fiecare bucăţică de materie se găseşte o cantitate enormă – cu adevărat uriaşă – de energie[24].

Chiar dacă nu vă consideraţi o persoană foarte solidă, trebuie să ştiţi că un adult de dimensiuni medii conţine în limitele sale modeste nu mai puţin de 7×10^{18} jouli de energie potenţială – suficientă pentru a exploda cu forţa a treizeci de bombe foarte mari cu hidrogen, în eventualitatea în care aţi şti să o eliberaţi şi chiar v-aţi dori să obţineţi un efect spectaculos. Orice lucru conţine în sine

o energie de dimensiuni asemănătoare. Pur şi simplu nu ne pricepem prea bine să o eliberăm. Chiar şi o bombă cu uraniu – cea mai mare acumulare de energie pe care a reuşit să o producă omenirea până acum – eliberează mai puţin de unu la sută din energia pe care ar putea-o elibera dacă noi am fi ceva mai iscusiţi.

Printre multe altele, teoria lui Einstein a explicat cum funcţionează radiaţiile: cum o cantitate de uraniu poate emite fascicule constante de energie la nivel înalt, fără a se topi ca un cub de gheaţă. (Poate face acest lucru convertind masa în energie cu o foarte mare eficienţă, după modelul $E = mc^2$.) A explicat de ce stelele pot arde miliarde de ani fără să-şi epuizeze fulgerător combustibilul. (Aceeaşi explicaţie ca mai sus.) Dintr-o lovitură, printr-o simplă formulă, Einstein i-a făcut fericiţi pe geologi şi pe astronomi, punându-le la dispoziţie miliarde de ani. În primul rând, teoria specială arăta că viteza luminii este constantă şi inegalabilă. Nimic nu o putea depăşi. Făcea lumină (jocul de cuvinte nu e neapărat voit) în ceea ce priveşte însăşi esenţa cunoştinţelor noastre despre natura universului. Deloc accidental, rezolva în acelaşi timp şi problema eterului luminifer: acum era clar că nu există. Einstein ne-a oferit un univers în care eterul nu mai era necesar.

În general, fizicienii nu prea au obiceiul să acorde o atenţie deosebită declaraţiilor funcţionarilor biroului elveţian de patente; prin urmare, în ciuda abundenţei de clarificări utile pe care le-au oferit, lucrările lui Einstein nu au atras prea mult atenţia. Cum tocmai rezolvase câteva dintre cele mai profunde mistere ale universului, Einstein a candidat pentru un post de asistent universitar, dar a fost respins, apoi a cerut un post de profesor de liceu şi a fost din nou respins. Aşa că s-a întors la slujba sa de examinator clasa a III-a –, dar, evident, a continuat să gândească. Iar în această privinţă, era departe de a-şi fi spus ultimul cuvânt.

Poetul Paul Valéry l-a întrebat odată pe Einstein dacă ţine un jurnal în care să îşi noteze ideile. Pe chipul lui Einstein s-a aşternut o expresie de uşoară, dar absolut sinceră mirare. „Ah, dar nu este necesar”, a răspuns el. „Se întâmplă atât de rar să am câte una.” Cred că nu mai este necesar să subliniez că, atunci când îi venea într-adevăr o idee, aceasta era în general bună. Următoarea idee care i-a venit lui Einstein a fost una dintre cele mai măreţe care au populat vreodată mintea cuiva – ba chiar cea mai măreaţă, potrivit lui Boorse, Motz şi Weaver, în detaliata lor istorie a ştiinţei atomice. „În calitate de produs al unei minţi unice”, scriau ei, „este fără îndoială cea mai înaltă culme a reuşitelor intelectuale ale umanităţii”. Iată ceva ce ar putea reprezenta cel mai flatant compliment făcut vreodată.

Prin 1907, după cum s-a scris, Albert Einstein a văzut un muncitor căzând de pe acoperiş şi a început să se gândească la forţa gravitaţională. Din nefericire, şi aceasta, ca multe alte poveşti interesante, pare să fie apocrifă. După spusele lui Einstein, stătea pur şi simplu pe un scaun când i-a trecut prin cap problema forţei gravitaţionale.

De fapt, ce i-a trecut lui Einstein prin cap era mai mult începutul unei soluţii pentru problema forţei gravitaţionale, de vreme ce pentru el fusese evident încă de la început că unul dintre lucrurile care lipseau din teoria specială era gravitaţia. În teoria specială, „special” era faptul că se ocupa de lucruri care se mişcă într-un context în principal netulburat. Dar ce se întâmplă atunci când un lucru în mişcare – în principal lumina – întâlneşte un obstacol, precum forţa gravitaţională? Această întrebare avea să-i ocupe mintea în cea mai mare parte a următorului deceniu, ducând la publicarea unei lucrări numite *Consideraţii cosmologice despre teoria generală a relativităţii*, la începutul anului 1917. *Teoria Specială a Relativităţii* din 1905 a fost o lucrare profundă şi importantă, fireşte; dar, după cum observa odată C.P. Snow, dacă Einstein nu s-ar fi

gândit la ea atunci când a formulat-o, probabil că ar fi făcut-o altcineva în mai puţin de cinci ani; era o idee căreia îi venise momentul. Cu totul altfel au stat lucrurile cu teoria generală. „Dacă lui nu i-ar fi venit ideea, este foarte probabil că am mai aştepta şi astăzi să apară teoria”, scria Snow în 1979.

Cu pipa sa, cu aerul amabil şi modest şi cu părul vâlvoi, Einstein era o figură prea ieşită din comun pentru a rămâne veşnic un necunoscut; şi iată că în 1919, după încheierea războiului, lumea l-a descoperit brusc. Aproape imediat, teoriile sale asupra relativităţii şi-au câştigat reputaţia de a fi imposibil de înţeles de către un om obişnuit. Nu a fost de mare ajutor nici faptul că, după cum subliniază David Bodanis în superba sa carte E = mc2, atunci când The New York Times a decis să scrie un reportaj pe această temă – din motive care nu au încetat să trezească uimirea –, l-a trimis pe corespondentul pentru golf al ziarului, pe nume Henry Crouch, să ia interviul.

Intelectul lui Crouch suferea de limitări insurmontabile, aşa că a înţeles aproape totul greşit. Printre erorile cele mai persistente din materialul său se găsea afirmaţia că Einstein găsise un editor suficient de îndrăzneţ ca să publice o carte pe care numai doisprezece oameni „din întreaga lume ar înţelege-o”. Nu existau o asemenea carte, nici asemenea editor şi nici vreun asemenea cerc de învăţaţi, dar noţiunea a prins neaşteptat de bine. În curând, numărul oamenilor care puteau înţelege relativitatea a fost şi mai mult redus în imaginaţia populară – şi n-ar fi rău să amintim că lumea ştiinţifică nu a făcut mai nimic ca să destrame mitul.

Când un jurnalist l-a întrebat pe astronomul britanic Sir Arthur Eddington dacă era adevărat că se număra printre cei trei oameni din lume care puteau înţelege teoriile asupra relativităţii ale lui Einstein, Eddington s-a gândit profund un moment şi a răspuns: „Încerc să îmi dau seama cine este a treia persoană”. În realitate, problema

relativităţii nu era reprezentată de faptul că ar fi conţinut prea multe ecuaţii diferenţiale, transformări Lorentz şi alte matematici complicate (deşi chiar conţinea şi însuşi Einstein avusese nevoie de ajutor pentru unele dintre ele), ci că era complet nonintuitivă.

În esenţă, relativitatea spune că spaţiul şi timpul nu sunt absolute, ci variază atât în funcţie de observator, cât şi de lucrul observat şi că aceste efecte devin cu atât mai pronunţate cu cât observatorul se mişcă mai repede. Nu putem accelera niciodată până la viteza luminii, dar, cu cât încercăm mai abitir (şi deci ne deplasăm mai repede), cu atât mai distorsionaţi vom deveni, raportat la un observator exterior.

Aproape imediat, popularizatorii ştiinţei au încercat să născocească modalităţi prin care aceste concepte să devină accesibile publicului larg. Una dintre încercările mai reuşite – cel puţin în plan comercial – a fost The ABC of Relativity (ABC-ul relativităţii) de matematicianul şi filosoful Bertrand Russell. Russell a folosit aici o imagine care a fost apoi preluată adesea în ştiinţă. Le-a cerut cititorilor să îşi imagineze un tren lung de o sută de metri, care se mişcă cu şaizeci la sută din viteza luminii. Pentru cineva care stă pe peron şi îl priveşte trecând, trenul va părea să aibă numai optzeci de metri lungime şi toate obiectele din el vor fi comprimate în mod similar. Dacă am putea auzi cum vorbesc pasagerii din tren, vocile lor ar suna mormăite şi tărăgănate, ca o bandă ascultată la o viteză prea mică, iar mişcările lor ar părea la fel, încetinite. Chiar şi ceasurile din tren ar părea că merg la numai patru cincimi din viteza lor normală.

Însă – şi aici intervine curiozitatea – oamenii din tren nu ar percepe în niciun fel aceste distorsiuni. Pentru ei, toate lucrurile din tren par perfect normale. Noi, cei de pe peron, le-am părea însă comprimaţi şi încetiniţi nefiresc. Vedeţi dumneavoastră, toate depind de poziţia relativă faţă de obiectul în mişcare.

Şi acest efect chiar are loc de fiecare dată când vă mişcaţi. Dacă zburaţi de pe o coastă pe cealaltă a Statelor Unite, când coborâţi din avion, veţi fi cu a cincisprezecea milioana parte dintr-o secundă, sau pe acolo, mai tânăr decât cei pe care i-aţi lăsat în urmă. Chiar şi atunci când traversaţi camera vă modificaţi – foarte puţin, ce-i drept – propria percepţie asupra spaţiului şi timpului. S-a calculat că o minge de baseball aruncată cu 160 km pe oră va adăuga 0,000000000002 grame la propria masă în drumul spre terenul de ţintă. Aşadar, efectele relativităţii sunt reale şi au fost măsurate. Problema este că aceste schimbări sunt mult prea mici pentru a produce vreo diferenţă, oricât de mică, detectabilă pentru noi. Dar pentru alte lucruri din univers – lumină, forţă gravitaţională sau universul însuşi – aceste chestiuni produc consecinţe importante.

Dacă ideile relativităţii vi se par ciudate, asta se întâmplă numai pentru că în viaţa cotidiană nu resimţim acest gen de interacţiuni. Însă, pentru a reveni la Bodanis, întâlnim cu toţii în mod frecvent alte tipuri de relativitate – de exemplu, referitoare la sunet. Dacă sunteţi într-un parc şi cineva cântă o muzică supărătoare, ştiţi că, dacă vă îndepărtaţi, vi se va părea că muzica se aude mai încet. Aceasta nu pentru că muzica chiar este mai încet, fireşte, ci pur şi simplu pentru că poziţia dumneavoastră faţă de ea s-a schimbat. Probabil că, pentru o vietate prea mică sau prea lentă pentru a încerca acest experiment – un melc, de exemplu –, ideea că doi observatori diferiţi ar putea să audă simultan muzica de la acelaşi sistem audio la două volume diferite ar părea incredibilă.

Cel mai inovator şi nonintuitiv dintre toate conceptele din Teoria Generală a Relativităţii este acela că timpul face parte din spaţiu. Din instinct, tindem să considerăm timpul ca fiind etern, absolut, imuabil; nimic nu îi poate perturba ticăitul constant. În realitate, potrivit lui Einstein, timpul este variabil şi în perpetuă schimbare. Ba chiar are formă.

Este legat – „ineluctabil interconectat”, după expresia lui Stephen Hawking – de cele trei dimensiuni ale spaţiului, într-un sistem curios, cunoscut drept spaţiu-timp.

Noţiunea de spaţiu-timp este explicată de obicei astfel: trebuie să vă imaginaţi ceva plat, dar flexibil – o saltea, să zicem, sau o foaie întinsă de cauciuc –, pe care stă un obiect greu, rotund, cum ar fi o bilă de fier. Greutatea bilei de fier face ca materialul pe care stă să se întindă şi să se curbeze uşor. Este o analogie destul de primitivă a efectului pe care un obiect masiv, precum Soarele (bila de fier), îl are asupra sistemului spaţiu-timp (materialul): îl întinde, îl curbează şi îl deformează. Acum, dacă rostogoliţi o bilă mai mică pe aceeaşi suprafaţă, aceasta încearcă să se deplaseze în linie dreaptă, după cum cer legile mişcării ale lui Newton, dar, pe măsură ce se apropie de obiectul masiv şi de panta materialului deformat, se va rostogoli în jos, atrasă invariabil de obiectul mai mare. Aceasta este gravitaţia – un produs al dilatării sistemului spaţiu-timp.

Fiecare obiect care are masă creează o mică depresiune în materialul cosmosului. Astfel, universul este „salteaua dilatabilă supremă”, după cum spunea Dennis Overbye. Din acest punct de vedere, gravitaţia nu mai este atât un lucru cât un rezultat – „nu este o «forţă», ci un produs secundar al dilatării sistemului spaţiu-timp”, în formularea fizicianului Michio Kaku: „Dintr-o anumită perspectivă, gravitaţia nu există; planetele şi stelele se mişcă din cauza dilatării spaţiului şi timpului”, continuă el.

Fireşte că analogia cu salteaua care se lasă are limitele ei, deoarece nu încorporează efectul timpului. Dar, pe de altă parte, şi minţile noastre sunt limitate, întrucât este aproape imposibil să ne închipuim un sistem care înglobează trei dimensiuni ale spaţiului la o dimensiune a timpului, întreţesute asemenea firelor dintr-o stofă ecosez. În orice caz, cred că sunteţi de acord cu mine că acest gând este de-a dreptul măreţ, venind de la un tânăr care se uită lung pe fereastra biroului de patente din capitala Elveţiei.

Printre multe altele, Teoria Generală a Relativităţii a lui Einstein sugerează că universul fie se află în expansiune, fie se contractă. Dar Einstein nu era cosmolog şi a înghiţit accepţiunea dominantă potrivit căreia universul este fix şi etern. Mai mult sau mai puţin automat, a introdus în ecuaţiile sale ceva numit constanta cosmologică, concept care contrabalansa în mod arbitrar efectele gravitaţiei, servind drept un fel de buton de pauză matematic. Cărţile despre istoria ştiinţei îi iartă în general lui Einstein această scăpare, dar a fost de fapt o eroare ştiinţifică destul de supărătoare, iar el era conştient de acest lucru. A numit-o „cea mai mare gafă a vieţii mele”.

Ca o coincidenţă, cam pe vremea când Einstein îşi garnisea teoria cu constanta cosmologică, la Observatorul Lowell din Arizona, un astronom purtând un nume cu rezonanţe intergalactice amuzante, Vesto Slipher (originar, în realitate, din Indiana), citea măsurători spectrografice ale stelelor îndepărtate şi descoperea că păreau să se îndepărteze de noi. Prin urmare, universul nu era static. Stelele la care se uita Slipher dădeau semne inconfundabile ale unui efect Doppler – acelaşi mecanism care dă seama de zgomotul distinct, prelungit pe care-l fac maşinile când trec în goană pe pistă – *yee-yummm*[25]. Fenomenul se aplică în acelaşi fel şi în cazul luminii, iar în cazul galaxiilor care se îndepărtează, este cunoscut drept deplasare spre roşu (deoarece lumina care se îndepărtează de noi trece spre capătul roşu al spectrului, iar lumina care se apropie se deplasează spre capătul albastru al spectrului).

Slipher a fost primul care a observat acest efect în cazul luminii şi şi-a dat seama ce importanţă ar putea avea pentru a înţelege mişcările cosmosului. Din nefericire, nu i-a acordat nimeni prea mare atenţie. Observatorul Lowell, după cum vă amintiţi, era un fel de ciudăţenie, graţie obsesiei lui Percival Lowell pentru canalele marţiene, motiv

pentru care, prin anii 1910, observatorul era, din toate punctele de vedere, o insulă îndepărtată a muncii astronomice. Slipher habar nu avea de teoria relativităţii a lui Einstein, iar lumea habar nu avea de existenţa lui Slipher, aşadar descoperirea lui a rămas fără urmări.

Gloria avea să se pogoare în schimb asupra unui munte de egocentrism, pe numele lui Edwin Hubble. Hubble s-a născut în 1889, la zece ani după Einstein, într-un orăşel din Missouri de la marginea Platoului Ozark, unde şi-a petrecut parţial copilăria, apoi a ajuns în Wheaton, Illinois, o suburbie a oraşului Chicago. Tatăl său era un prosper director în asigurări, aşa că avea o viaţă comodă. În plus, Edwin fusese binecuvântat şi cu o bogăţie de daruri fizice. Avea un corp puternic şi era talentat la sport, încântător, isteţ şi peste poate de arătos – „frumos aproape fără cusur”, după descrierea lui William H. Cropper, „un Adonis”, după spusele altui admirator. Potrivit propriilor relatări, a reuşit de asemenea să-şi presare viaţa cu acte de bravură aproape constante: salva înotători de la înec, ducea la adăpost oameni speriaţi pe câmpurile de bătălie din Franţa, umilea campioni mondiali la box, pe care îi punea la pământ în runde demonstrative. Totul părea prea frumos ca să fie adevărat. Şi chiar era. Pe lângă toate talentele sale, Hubble era de asemenea un mincinos inveterat.

Această trăsătură era mai mult decât surprinzătoare, întrucât, de la o vârstă fragedă, viaţa lui Hubble fusese plină de recunoaşteri reale, care uneori erau aproape neverosimil de glorioase. La o singură reuniune atletică de liceu din 1906, a câştigat săritura cu prăjina, aruncarea greutăţii, aruncarea discului, aruncarea ciocanului, săritura în înălţime de pe loc şi din alergare şi a făcut parte din ştafeta câştigătoare pe distanţa de o milă – adică şapte locuri întâi într-un singur concurs – şi a ieşit pe locul al treilea la săritura în lungime. În acelaşi an, a stabilit un record al statului Illinois pentru săritura în înălţime.

Şi ca om de ştiinţă era la fel de eficient. Nu a întâmpinat nicio dificultate în a fi admis la Universitatea din Chicago (unde, întâmplător, şef de catedră era Albert Michelson), pentru a studia fizica şi astronomia. Acolo a fost ales drept unul dintre primii beneficiari ai unei burse Rhodes la Oxford. Trei ani de viaţă englezească i-au sucit, evident, minţile, pentru că în 1913 s-a întors la Wheaton purtând o pelerină impozantă, fumând pipă şi vorbind cu un accent preţios – nu tocmai britanic, dar nici complet străin –, pe care avea să îl păstreze toată viaţa. Deşi mai târziu avea să pretindă că a petrecut cea mai mare parte a celui de-al doilea deceniu al secolului XX practicând dreptul în Kentucky, în realitate a lucrat ca profesor de liceu şi antrenor de baschet în New Albany, Indiana, înainte să îşi susţină un doctorat întârziat şi să treacă în mare grabă prin armată (a ajuns în Franţa cu o lună înainte de încheierea armistiţiului şi este aproape sigur că nu a auzit niciodată un foc de armă de-adevăratelea).

În 1919, acum în vârstă de treizeci de ani, s-a mutat în California şi a ocupat un post la Mount Wilson Observatory, în apropiere de Los Angeles. În scurtă vreme, spre uimirea generală, a devenit cel mai de seamă astronom al secolului XX.

Ar fi util să ne oprim un moment, să ne gândim cât de puţine se ştiau despre cosmos la acea vreme. Astronomii de azi cred că există circa 140 de miliarde de galaxii în universul vizibil. Este un număr uriaş, mult mai mare decât vă duce gândul atunci când îl rostiţi. Dacă galaxiile ar fi boabe de mazăre îngheţate, ar fi suficiente pentru a umple o sală generoasă – să spunem, vechiul Boston Garden sau Royal Albert Hall. (Un astrofizician pe nume Bruce Gregory chiar a calculat acest lucru.) În 1919, când Hubble a pus prima dată ochiul pe ocular, numărul galaxiilor cunoscute nouă era fix unu: Calea Lactee. Despre orice se mai afla pe cer se credea fie că face parte din Calea Lactee, fie că este unul dintre numeroşii nori de gaz de la periferiile

îndepărtate. Hubble a demonstrat rapid cât de greşită era această convingere.

De-a lungul următorului deceniu, Hubble a atacat două dintre întrebările fundamentale ale universului: cât de bătrân este şi cât de mare? Pentru a răspunde la amândouă, e necesar să cunoaştem două lucruri: cât de departe se află anumite galaxii şi cât de repede se îndepărtează de noi (ceea ce este cunoscut sub numele de viteză de recesiune). Deplasarea spre roşu ne spune cu ce viteză se îndepărtează galaxiile, dar nu ne spune cât de departe sunt iniţial. Pentru aceasta, avem nevoie de ceea ce se numeşte „lumânări-standard" – stele a căror strălucire poate fi calculată cu certitudine şi care sunt folosite drept puncte de reper pentru a măsura strălucirea (şi deci distanţa relativă) până la alte stele.

Norocul lui Hubble a fost acela că a intrat în peisaj la puţin timp după ce o femeie ingenioasă, pe nume Henrietta Swan Leavitt, a descoperit o cale de a marca aceste stele. Leavitt lucra la Harvard College Observatory pe postul de calculator, după cum se spunea pe atunci. Calculatoarele îşi petreceau viaţa studiind plăci fotografice ale stelelor şi făcând calcule – de unde şi numele. Era doar cu o treaptă mai sus de roboteală, dar era postul cel mai apropiat de astronomia adevărată pe care o femeie îl putea ocupa la Harvard – sau, de fapt, oriunde altundeva – în acele vremuri. Sistemul, oricât de nedrept, aducea anumite beneficii neaşteptate: făcea ca jumătate din minţile cele mai strălucite existente să fie direcţionate către o muncă ce altfel nu ar fi primit niciun fel de atenţie cognitivă şi lăsa femeilor cale liberă să dezvolte o perspectivă asupra celor mai delicate structuri ale cosmosului, care de multe ori scăpa omologilor lor masculini.

Un calculator de la Harvard, Annie Jump Cannon, şi-a folosit familiarizarea extinsă cu stelele pentru a pune la punct un sistem de clasificare a acestora atât de practic, încât mai este folosit şi astăzi. Contribuţia lui Leavitt a fost

chiar mai substanţială. Ea a remarcat că un anume tip de stea cu strălucire variabilă, cunoscută drept o cefeidă (după constelaţia Cefeu, unde a fost identificată pentru prima dată), pulsa într-un ritm regulat – un fel de bătaie a inimii stelară. Cefeidele sunt destul de rare, dar cel puţin una dintre ele este bine cunoscută de cei mai mulţi dintre noi. Polaris, sau Steaua Polară, este o cefeidă.

Acum ştim că cefeidele pulsează în acest ritm deoarece sunt stele mai în vârstă, care au trecut de „stadiul de secvenţă principală", în jargonul astronomilor, şi devin nişte giganţi roşii. Procesele chimice la nivelul giganţilor roşii sunt puţin cam greoaie pentru ce ne-am propus noi aici (necesită înţelegerea proprietăţilor atomilor de heliu monoionizaţi, pe lângă multe altele), dar, pe scurt, înseamnă că îşi ard combustibilul rămas într-un fel care dă naştere unor serii de străluciri şi întunecări într-un ritm previzibil. Geniul lui Leavitt a constat în aceea că şi-a dat seama că, prin compararea magnitudinii relative a cefeidelor în puncte diferite de pe cer, se poate calcula unde se situează unele în raport cu celelalte. Pot fi folosite drept lumânări standard – termen inventat de ea şi folosit încă de toată lumea. Metoda oferea distanţe relative, nu absolute, dar chiar şi aşa, era prima dată când cineva propunea o modalitate viabilă de a măsura universul la scară largă.

(Doar pentru a oferi o perspectivă corectă asupra contextului în care au apărut aceste descoperiri, cred că merită să menţionăm că, în vreme ce Leavitt şi Cannon deduceau proprietăţi fundamentale ale cosmosului din imagini înceţoşate ale stelelor îndepărtate de pe plăci fotografice, astronomul de la Harvard, William H. Pickering, care avea, fireşte, la dispoziţie un telescop de primă clasă, prin care se putea uita de câte ori dorea, îşi dezvolta propria teorie fundamentală, potrivit căreia petele întunecate de pe Lună erau provocate de roiuri de insecte cu migraţie sezonieră.)

Combinând ruleta cosmică a lui Leavitt cu atât de practicul efect al deplasării spre roşu al lui Vesto Slipher, Hubble a început să măsoare anumite puncte din spaţiu dintr-o perspectivă complet diferită. În 1923 el a arătat că un nor delicat, îndepărtat din constelaţia Andromeda, cunoscut sub numele de M31, nu era deloc un nor gazos, ci o puzderie de stele, o galaxie de sine stătătoare, aflată la o depărtare de cel puţin 900.000 de ani-lumină şi cu un diametru de 100.000 de ani-lumină. Universul era vast, cu mult mai vast decât îşi imaginase vreodată cineva. În 1924 Hubble a scris o lucrare de referinţă, Cefeidele în nebuloasele spirale (nebuloasă, de la latinescul nebulae, însemnând „nor”, era cuvântul folosit de el pentru galaxii), arătând că universul era format nu numai din Calea Lactee, ci dintr-o mulţime de galaxii independente – „universuri insulare” –, multe dintre acestea fiind mai mari decât Calea Lactee şi mult mai îndepărtate.

Fie şi numai această descoperire i-ar fi asigurat lui Hubble reputaţia, dar el s-a aplecat apoi asupra întrebării cât de vast era mai exact universul şi a făcut o descoperire şi mai uimitoare. A început să măsoare spectrele galaxiilor îndepărtate – o treabă pe care o începuse Slipher în Arizona. Folosind noul telescop Hooker de la Mount Wilson, cu un diametru al oglinzii de doi metri şi jumătate, şi câteva deducţii inteligente, până la începutul anilor 1930 acesta stabilise că toate galaxiile de pe cer (cu excepţia propriului nostru roi) se îndepărtează de noi. Mai mult, viteza şi distanţa sunt strict proporţionale: cu cât galaxia este mai departe, cu atât se îndepărtează mai repede.

Era cu adevărat năucitor. Universul se afla într-o expansiune rapidă şi egală în toate direcţiile. Nu era nevoie de o imaginaţie debordantă pentru a face o interpretare inversă şi a înţelege că totul trebuie să fi pornit de la un punct central. Departe de a fi vidul stabil, fix şi etern pe care toată lumea îl presupusese dintotdeauna, acest

univers avusese un început. Prin urmare, ar putea avea şi un sfârşit.

După cum observa Stephen Hawking, minunăţia consta în aceea că nimănui nu-i venise până atunci ideea unui univers în expansiune. Un univers static, aşa cum i se păruse, probabil, evident lui Newton şi tuturor astronomilor inteligenţi de la el încoace ar fi făcut implozie. De asemenea, dacă stelele ar fi ars la infinit într-un univers static, totul ar fi devenit intolerabil de fierbinte – cu siguranţă, mult prea fierbinte pentru fiinţe ca noi. Un univers în expansiune rezolva o mare parte a problemei dintr-o lovitură.

Hubble era mai mult un bun observator decât un gânditor şi nu a înţeles imediat implicaţiile extinse ale descoperirii sale. În parte, aceasta se datora regretabilului fapt că nu cunoştea Teoria Generală a Relativităţii a lui Einstein. Lucru remarcabil, deoarece, pe de o parte, Einstein şi teoria sa căpătaseră de acum renume mondial. În plus, în 1929 Albert Michelson – acum spre apusul vieţii, dar încă unul dintre cei mai activi şi mai stimaţi oameni de ştiinţă ai lumii – acceptase un post la Mount Wilson, pentru a măsura viteza luminii cu interferometrul său fidel şi cu siguranţă că îi pomenise măcar de aplicabilitatea teoriei lui Einstein pentru propriile descoperiri.

În orice caz, Hubble nu a reuşit să ajungă la concluzii teoretice atunci când a avut ocazia. În schimb, i-a revenit savantului şi preotului belgian (cu un doctorat de la MIT) pe nume Georges Lemaître sarcina de a reuni cele două direcţii în propria „teorie a artificiilor”, care sugera că universul a început dintr-un punct geometric, „un atom primordial” care a explodat glorios şi se tot extinde de atunci încoace. Era o idee care anticipa cu exactitate concepţia modernă a Big Bangului, dar era atât de mult înaintea timpului său, încât Lemaître rareori este onorat cu mai mult de o frază sau două, pe care i le-am acordat şi noi aici. Lumea mai avea nevoie de câteva decenii şi de

descoperirea neprevăzută a radiaţiei cosmice de fundal a lui Penzias şi Wilson, cu antena lor fâşâitoare din New Jersey, înainte ca Big Bangul să devină, dintr-o idee interesantă, o teorie certă.

Nici Hubble, nici Einstein nu aveau să participe prea mult la această poveste măreaţă. Deşi nimeni nu ar fi fost în stare să afirme acest lucru la vremea respectivă, amândoi îşi atinseseră potenţialul maxim.

În 1936 Hubble a scris o carte de largă circulaţie, intitulată *The Realm of the Nebulae (Domeniul nebuloaselor),* în care îşi explica pe un ton flatant propriile realizări considerabile. În sfârşit, aici a arătat că se familiarizase cu teoria lui Einstein, cel puţin până la un punct: i-a acordat patru pagini din vreo două sute.

Hubble a murit în 1953, în urma unui atac de cord. După moarte, avea să-l mai aştepte o ultimă şi mică ciudăţenie. Din motive cufundate în mister, soţia sa a refuzat să-i facă o înmormântare şi nu a dezvăluit niciodată ce a făcut cu corpul lui. O jumătate de secol mai târziu, aventurile celui mai mare astronom al secolului rămân o necunoscută. Dacă doriţi să-i cinstiţi memoria, nu vă rămâne decât să priviţi spre cer şi spre Telescopul Spaţial Hubble, lansat în 1990 şi numit aşa în memoria lui.

Capitolul 9

Atotputernicul atom

În vreme ce Einstein şi Hubble desluşeau cu spor structura la scară largă a cosmosului, alţii se luptau din greu să înţeleagă ceva aparent mai la îndemână, dar, în felul său, la fel de îndepărtat: minusculul şi etern misteriosul atom.

Marele fizician de la Caltech Richard Feynman a observat odată că, dacă ar trebui să reducem istoria ştiinţei la o unică formulare importantă, aceasta ar fi: „Toate

lucrurile sunt alcătuite din atomi”. Aceştia sunt peste tot şi alcătuiesc totul. Priviţi în jurul dumneavoastră. Totul este numai atomi. Nu numai lucrurile solide, precum zidurile, mesele şi canapelele, ci şi aerul dintre ele. Şi există într-un număr ce depăşeşte orice imaginaţie.

Principala structură funcţională formată din atomi este molecula (din latinescul pentru „masă mică”). O moleculă reprezintă doi sau mai mulţi atomi care conlucrează într-un aranjament mai mult sau mai puţin stabil. Dacă adăugaţi doi atomi de hidrogen la unul de oxigen, obţineţi o moleculă de apă. Chimiştii gândesc în general în termeni de molecule, şi nu de elemente, cam în acelaşi fel în care scriitorii gândesc în termeni de cuvinte, şi nu de litere, aşadar ei calculează moleculele, care la rândul lor sunt... numeroase e puţin spus. La nivelul mării, la o temperatură de 0° C, un centimetru cub de aer (adică un spaţiu cam de dimensiunea unui cub de zahăr) conţine patruzeci şi cinci de miliarde de miliarde de molecule. Şi tot atâtea se află în fiecare centimetru cub din jurul lui. Gândiţi-vă câţi centimetri cubi se află în lumea de dincolo de fereastra dumneavoastră – de câte cuburi de zahăr ar fi nevoie pentru a umple tot ceea ce vedeţi. Apoi gândiţi-vă de câte ar fi nevoie pentru a face un univers. Pe scurt, atomii sunt mulţi.

De asemenea, sunt şi uimitor de longevivi. Pentru că trăiesc atât de mult, atomii se plimbă considerabil. Fiecare atom aflat în posesia dumneavoastră a trecut aproape sigur prin mai multe stele şi a făcut parte din milioane de organisme pe drumul său spre a deveni dumneavoastră. Fiecare dintre noi suntem atât de bogaţi în atomi, iar după moarte suntem atât de bine reciclaţi, încât un număr important din atomii noştri – până la un miliard din fiecare dintre noi, după cum s-a sugerat – probabil că i-au aparţinut cândva lui Shakespeare. Cam încă vreun miliard de căciulă provin de la Buddha, de la Genghis-Han sau Beethoven ori de la o altă figură istorică la care vreţi să vă

gândiţi (personajele trebuie să aibă, se pare, o vechime considerabilă, întrucât atomii au nevoie de câteva decenii pentru a se redistribui complet; aşa că, oricât de mult v-aţi dori, încă nu sunteţi una cu Elvis Presley).

Prin urmare, toţi suntem reîncarnări – chiar dacă unele cu viaţă scurtă. Când murim, atomii noştri se dezasamblează şi trec mai departe să-şi găsească alte întrebuinţări, în altă parte – o frunză, o fiinţă umană sau o boabă de rouă. Atomii înşişi există practic la infinit. Nimeni nu ştie exact cât de mult poate trăi un atom, dar, potrivit lui Martin Rees, probabil circa 1035 ani – un număr atât de mare, încât până şi eu mă bucur că îl pot scrie cu o notaţie matematică.

Mai presus de toate, atomii sunt minusculi, absolut minusculi. O jumătate de milion de atomi, aliniaţi umăr la umăr, se pot ascunde liniştiţi după un fir de păr uman. La o asemenea scară, este practic imposibil să ne imaginăm un singur atom, dar asta nu ne împiedică, fireşte, să încercăm.

Începeţi cu un milimetru, o linie de lungimea aceasta: -. Acum imaginaţi-vă că această linie se împarte într-o mie de spaţii egale. Fiecare dintre ele reprezintă un micron. Am ajuns la unităţile de măsură ale microorganismelor. Un parameci obişnuit, de exemplu – o creatură minusculă, unicelulară, de apă dulce –, are cam doi microni lăţime, 0,002 mm, adică este foarte mic. Dacă aţi vrea să vedeţi cu ochiul liber cum înoată un parameci într-o picătură de apă, ar trebui să măriţi picătura până la un diametru de doisprezece metri. Însă, dacă aţi vrea să vedeţi atomii din aceeaşi picătură, ar trebui să măriţi picătura până la un diametru de douăzeci şi patru de kilometri.

Cu alte cuvinte, atomii există pe o scară cu ordine de mărimi complet diferite. Ca să coborâm la scară atomică, ar trebui să împărţim fiecare dintre acei microni şi să-i reducem la fâşii cu lăţimi de zece mii de ori mai mici. Acesta este ordinul de mărime al atomului: a zecea milioana parte dintr-un milimetru. Acest grad de delicateţe

depăşeşte limitele imaginaţiei noastre, dar ne putem face o oarecare idee despre proporţii dacă ne gândim că un atom este faţă de linia de un milimetru de mai sus la fel cum este grosimea unei foi de hârtie faţă de înălţimea zgârie-noriului Empire State Building.

Fireşte că, tocmai din pricina abundenţei şi a extremei lor durabilităţi, atomii sunt deosebit de folositori, în timp ce dimensiunile reduse îi fac nespus de greu de detectat şi de explicat. Cel care a înţeles primul că atomii au aceste trei calităţi – sunt mici, numeroşi şi, practic, indestructibili – şi că toate lucrurile sunt alcătuite din ei nu a fost Antoine-Laurent Lavoisier, după cum v-aţi aştepta, nici măcar Henry Cavendish sau Humphry Davy, ci un quaker englez slab şi cu o educaţie superficială, pe nume John Dalton, cu care ne-am întâlnit prima dată în capitolul 7.

Dalton s-a născut în 1766, la marginea Ţinutului Lacurilor, în apropiere de Cockermouth, într-o familie de ţesători quakeri săraci şi credincioşi (patru ani mai târziu, poetul William Wordsworth avea să se alăture şi el acestei lumi, tot la Cockermouth). Era un elev deosebit de bun – atât de strălucit, încât la neaşteptata vârstă de doisprezece ani a fost numit responsabil al şcolii quaker locale. Probabil că aceasta spune la fel de multe despre şcoală ca şi despre precocitatea lui Dalton, sau poate că nu: din jurnalele lui aflăm că tot cam pe vremea aceea citea Principiile lui Newton – în original, în latină – şi alte lucrări de o natură la fel de solicitantă. La vârsta de cincisprezece ani, pe când încă era director de şcoală, şi-a luat o slujbă în oraşul apropiat Kendal şi, după zece ani, s-a mutat la Manchester, de unde arareori s-a mai urnit în următorii cincizeci de ani ai vieţii sale. La Manchester s-a transformat într-un fel de vârtej intelectual, publicând cărţi şi lucrări pe subiecte ce variau de la meteorologie la gramatică. Acromatopsia, boală de care a suferit, a fost numită multă vreme daltonism, graţie studiilor sale. Dar cea care i-a adus reputaţia a fost o carte grosuţă numită *A New System of*

Chemical Philosophy (Un nou sistem al filosofiei chimice), publicată în 1808.

În ea, într-un scurt capitol de numai cinci pagini (din cele peste nouă sute ale cărţii), oamenii cu ceva cultură fac cunoştinţă pentru prima dată cu atomii într-o concepţie cât de cât apropiată de cea modernă. Deducţia simplă a lui Dalton spunea că la baza întregii materii se află particule extrem de mici, ireductibile. „Am putea la fel de bine să încercăm să introducem în Sistemul Solar o nouă planetă sau să anihilăm una deja existentă decât să creăm sau să distrugem o particulă de hidrogen”, scria el.

Nici ideea, nici termenul „atom” nu erau tocmai o noutate. Amândouă fuseseră dezvoltate de grecii antici. Contribuţia lui Dalton constă în aprecierea dimensiunilor relative, a caracteristicilor atomilor şi a felului în care se îmbină aceştia. De exemplu, el ştia că hidrogenul este cel mai uşor element, aşa că i-a atribuit o masă atomică de 1. Credea că apa este formată din şapte părţi de oxigen la una de hidrogen, aşa că i-a dat oxigenului masa atomică 7. Prin aceste metode, a reuşit să obţină masele atomice relative ale elementelor cunoscute. Nu întotdeauna a nimerit cu cea mai mare exactitate – greutatea atomică a oxigenului este în realitate 16, nu 7 –, dar principiul era sănătos şi a rămas la baza întregii chimii moderne şi a unei bune părţi din restul ştiinţei moderne.

Lucrarea l-a făcut celebru pe Dalton – deşi într-o manieră rezervată, tipică pentru quakerii englezi. În 1826 chimistul francez P.J. Pelletier a venit la Manchester ca să-l întâlnească pe eroul atomic. Pelletier se aştepta să îl găsească în vreo instituţie măreaţă, de aceea a rămas perplex să-l descopere predându-le aritmetica elementară unor băieţi dintr-o mică şcoală de cartier. Potrivit lui E.J. Holmyard, specializat în istoria ştiinţei, Pelletier, complet confuz după ce l-a văzut pe marele om, a bâiguit:

„Am onoarea de a mă adresa domnului Dalton?”, întrucât nu-i venea să-şi creadă ochilor că, în faţa lui, chimistul de renume european îi preda unui băieţel regulile de bază ale aritmeticii. „Da”, a răspuns quakerul pragmatic. „Luaţi dumneavoastră loc aici până îl lămuresc eu pe acest flăcău cum stau lucrurile cu aritmetica.”

Deşi încerca să evite onorurile, Dalton a fost ales membru al Academiei Regale împotriva voinţei lui, acoperit de medalii şi cadorisit cu o generoasă pensie guvernamentală. În 1844, la moartea sa, sicriul a fost văzut de 40.000 de oameni, iar cortegiul funerar s-a întins pe trei kilometri. Articolul cu numele său din Dicţionarul biografiilor naţionale este printre cele mai lungi, rivalizând ca dimensiuni, dintre oamenii de ştiinţă ai secolului al XIX-lea, numai cu cele despre Darwin şi Lyell.

Vreme de un secol după ce Dalton şi-a înaintat propunerea, aceasta a rămas complet ipotetică, iar câţiva oameni de ştiinţă eminenţi – între care se remarcă fizicianul vienez Ernst Mach, după care a fost numită viteza sunetului – s-au îndoit de însăşi existenţa atomilor. „Atomii nu pot fi percepuţi de simţuri… sunt produse ale gândirii”, scria acesta. Existenţa atomilor era percepută cu un scepticism atât de mare, în special în lumea vorbitoare de limba germană, încât se spune că el a jucat un rol în sinuciderea marelui cercetător în fizica teoretică şi entuziast susţinător al atomului Ludwig Boltzmann în 1906.

Cel care a oferit prima dovadă incontestabilă a existenţei atomilor a fost Einstein, în lucrarea sa din 1905 asupra mişcării browniene, dar aceasta a atras prea puţină atenţie şi, oricum, Einstein avea să fie curând complet absorbit de teoriile sale despre relativitatea generală. Aşadar, primul erou adevărat al erei atomice, chiar dacă nu a fost primul personaj care s-a ocupat de atomi, a fost Ernest Rutherford.

Rutherford s-a născut în 1871 în ţinutul din centrul Noii Zeelande, din părinţi care emigraseră din Scoţia ca să crească o mână de in şi o puzderie de copii (ca să-l parafrazăm pe Steven Weinberg). Cum a crescut într-o regiune îndepărtată a unei ţări îndepărtate, nici că s-ar fi putut afla mai departe de evenimentele principale din ştiinţă, dar în 1895 a câştigat o bursă care l-a dus direct în Laboratorul Cavendish de la Universitatea Cambridge, pe cale să devină cel mai fierbinte punct din lume pentru fizică.

Fizicienii au reputaţia de a-i dispreţui pe oamenii de ştiinţă din alte domenii. Când soţia marelui fizician austriac Wolfgang Pauli l-a părăsit pentru un chimist, acesta a rămas şocat, nevenindu-i să creadă: „Dacă ar fi ales un toreador, aş fi înţeles”, a exclamat el uimit în faţa unui prieten. „Dar un *chimist*...”

Rutherford ar fi înţeles cu siguranţă acest sentiment. „Ştiinţa înseamnă fizică sau colecţionat timbre”, a spus el odată, iar replica a fost repetată de multe ori de atunci încoace. Aşadar, nu putem ignora ironia faptului că în 1908 i-a fost acordat Premiul Nobel pentru chimie, nu pentru fizică.

Rutherford a fost un om norocos – a avut noroc să fie un geniu, dar şi mai mare noroc să trăiască într-o vreme în care fizica şi chimia erau extrem de interesante şi de compatibile (lăsând deoparte sentimentele sale personale). Niciodată nu aveau să se mai suprapună cu atâta naturaleţe.

În ciuda tuturor succeselor sale, Rutherford nu era un om deosebit de inteligent şi stătea chiar prost cu matematica. De multe ori, în timpul cursurilor pe care le preda, se pierdea atât de tare în propriile ecuaţii, încât renunţa la jumătatea prelegerii şi le cerea studenţilor să le rezolve singuri. După spusele colegului său de-o viaţă, James Chadwick, descoperitorul neutronului, nu se

pricepea prea grozav nici la experimente. Era doar tenace şi deschis la nou. La el, viclenia şi un soi de îndrăzneală ţineau loc de genialitate. În cuvintele unui biograf, mintea sa era „întotdeauna îndreptată spre frontierele cunoaşterii, cât de departe putea vedea, iar aceasta însemna mult mai departe decât majoritatea oamenilor”. Confruntat cu o problemă insurmontabilă, era dispus să se aplece asupra ei mai din greu şi mai îndelung decât majoritatea oamenilor şi să fie mai receptiv la explicaţii neortodoxe. Cea mai mare descoperire a sa s-a datorat faptului că a fost gata să petreacă ore cumplit de obositoare în faţa unui ecran pentru a număra scintilaţiile particulelor alfa, cum erau ele cunoscute – genul de activitate care, în mod normal, ar fi fost dată altcuiva să o facă. A fost unul dintre primii – poate chiar primul – care au observat că puterea inerentă atomului, dacă putea fi controlată, putea da naştere unor bombe suficient de puternice pentru „a face această lume să dispară într-un nor de fum”.

Fizic, era mare şi puternic, cu o voce la auzul căreia timizii intrau sub pat. Odată, când s-a anunţat că Rutherford era pe cale să facă o transmisie radio peste Atlantic, un coleg a întrebat sec: „De ce mai este nevoie de radio?”. De asemenea, dispunea de foarte multă încredere optimistă. Altă dată, când cineva i-a spus că părea întotdeauna să se afle pe creasta unui val, el a răspuns: „La urma urmelor, doar eu am făcut valul, nu-i aşa?”. C.P. Snow povesteşte cum, în atelierul unui croitor din Cambridge, l-a auzit întâmplător pe Rutherford spunând: „Pe zi ce trece cresc la cingătoare. Şi la minte”.

În 1895, când a aterizat la Cavendish, atât cingătoarea, cât şi faima erau încă departe, în viitor[26]. Acea perioadă unică în ştiinţă a fost plină de evenimente. În anul în care Rutherford a ajuns la Cambridge, Wilhelm Roentgen a descoperit razele X la Universitatea Würzburg din Germania; în anul următor, Henry Becquerel a descoperit

radioactivitatea. Iar Laboratorul Cavendish însuşi era pe cale să inaugureze o lungă perioadă de glorie. În 1897 J.J. Thomson şi colegii săi aveau să descopere aici electronul, în 1911 C.T.R. Wilson avea să producă tot aici primul detector de particule (după cum vom vedea în continuare), iar în 1932 James Chadwick avea să descopere neutronul. Ceva mai departe în viitor, în 1953, James Watson şi Francis Crick vor descoperi la Cavendish structura ADN-ului.

La început, Rutherford a cercetat undele radio şi chiar cu ceva rezultate – a reuşit să transmită un semnal destul de bun mai mult de un kilometru, o realizare extrem de rezonabilă pentru acea vreme –, dar a renunţat atunci când un coleg l-a convins că undele radio nu aveau viitor. În ansamblu însă, lui Rutherford nu i-a mers prea strălucit la Cavendish şi după trei ani, simţind că nu reuşeşte nimic, a acceptat un post la Universitatea McGill din Montréal, unde şi-a început lunga şi constanta ascensiune către măreţie. Când a primit Premiul Nobel (pentru „investigaţii în dezintegrarea elementelor şi chimia substanţelor radioactive”, potrivit argumentaţiei oficiale), se mutase deja la Universitatea din Manchester, unde a realizat de fapt cea mai importantă cercetare a sa pentru determinarea structurii şi naturii atomului.

Până la începutul secolului XX, se ştia că atomii sunt alcătuiţi din componente – descoperirea electronului de către Thomson stabilise acest lucru –, dar nu se cunoştea câte sunt, cum şi unde se îmbină sau ce formă iau. Unii fizicieni credeau că atomul ar putea avea formă de cub, deoarece cuburile pot fi asamblate foarte precis, fără pierdere de spaţiu. Însă percepţia mai generală spunea că atomul semăna mai mult cu un fel de chiflă cu stafide sau budincă de prune: un obiect dens, solid, încărcat cu o sarcină pozitivă şi presărat cu electronii de sarcină negativă, cam aşa cum sunt presărate stafidele într-o prăjitură.

În 1910 Rutherford (asistat de studentul său Hans Geiger, cel care avea să inventeze mai târziu detectorul de radiaţii care îi poartă numele) a bombardat o foiţă de aur cu atomi de heliu ionizaţi sau particule alfa. Spre uluirea lui Rutherford, câteva particule au ţâşnit înapoi. Era ca şi cum, a spus el, ai trage cu un proiectil de 15 ţoli într-o hârtie şi ţi-ar veni înapoi în poală. Acest lucru pur şi simplu nu trebuia să se întâmple. După o cugetare considerabilă, şi-a dat seama că nu exista decât o singură explicaţie: particulele care au ricoşat se loveau de ceva mic şi dens din inima atomului, în vreme ce alte particule îşi croiau drum nestânjenite. Un atom, a conchis Rutherford, era alcătuit în mare parte din spaţiu gol şi avea un nucleu dens în centru. Era o descoperire care să-ţi meargă la inimă, dar care crea imediat o problemă. După toate legile fizicii convenţionale, rezulta că atomul nu ar trebui să existe.

Să ne oprim un moment şi să analizăm structura atomului aşa cum o ştim noi acum. Fiecare atom este alcătuit din trei tipuri de particule elementare: protonii, încărcaţi cu o sarcină electrică pozitivă; electronii, având o sarcină electrică negativă; şi neutronii, care nu au niciun fel de sarcină. Protonii şi neutronii sunt strânşi în nucleu, în vreme ce electronii se învârtesc pe dinafară. Numărul de protoni este cel care îi conferă atomului identitatea sa chimică. Un atom cu un singur proton este un atom de hidrogen, unul cu doi protoni este de heliu, cu trei protoni este de litiu şi tot aşa în sus, pe scară. De fiecare dată când adăugăm un proton, obţinem un nou element. (Întrucât numărul de protoni dintr-un atom este întotdeauna contrabalansat de un număr egal de electroni, s-ar putea să citiţi prin diverse lucrări că numărul de electroni este cel care defineşte un element; de fapt, este acelaşi lucru.)

Neutronii nu influenţează identitatea atomului, dar îi cresc masa. Numărul de neutroni este în general cam acelaşi cu numărul de protoni, dar pot fi şi mai mulţi sau

mai puţini. Dacă adăugăm sau scoatem un neutron sau doi, obţinem un izotop. Termenii pe care îi auziţi folosiţi în legătură cu tehnicile de datare din arheologie se referă la izotopi – carbon-14, de exemplu, care este un atom de carbon cu şase protoni şi opt neutroni (unde paisprezece este suma lor).

Neutronii şi protonii ocupă nucleul atomului. Nucleul atomului este mititel – numai a milioana din miliarda parte din întregul volum al atomului –, dar extraordinar de dens, întrucât conţine practic întreaga masă a atomului. După cum spunea Cropper, dacă atomul s-ar expanda la dimensiunile unei catedrale, atunci nucleul ar fi cam de dimensiunea unei muşte – dar o muscă de mii de ori mai grea decât catedrala. Tocmai acest spaţiu – neaşteptata şi răsunătoarea rarefiere – l-a pus în dificultate pe Rutherford în 1910.

Dacă ne gândim că atomii reprezintă în mare parte spaţiu gol şi că soliditatea pe care o vedem pretutindeni în jur este doar o iluzie, noţiunea este încă ameţitoare. În lumea reală, când două obiecte se ciocnesc – cel mai adesea, sunt date drept exemplu bilele de biliard –, ele nu se lovesc de fapt una de alta. Timothy Ferris descrie cum „câmpurile încărcate cu sarcină negativă ale celor două bile se resping reciproc... Dacă nu ar exista sarcinile lor electrice, ar putea trece unele prin altele nevătămate, precum galaxiile”. Când staţi pe un scaun, de fapt nu staţi pe el, ci levitaţi deasupra lui la o înălţime de un angstrom (a suta milioana parte dintr-un centimetru), iar electronii dumneavoastră şi cei ai scaunului se opun implacabil unei mai mari intimităţi.

Imaginea unui atom, aşa cum este vizualizată de aproape toată lumea, conţine un electron sau doi care zboară în jurul unui nucleu, precum planetele pe orbită în jurul unui soare. Imaginea a fost creată în 1904 de un fizician japonez pe nume Hantaro Nagaoka, aproape fără nicio bază, cu excepţia unei intuiţii inteligente. Este complet eronată, dar

tot pe atât de cunoscută. După cum îi plăcea lui Isaac Asimov să spună, a inspirat generaţii întregi de scriitori de science-fiction să creeze poveşti despre lumi în alte lumi, în care atomii devin mici sisteme solare locuite sau în care sistemul nostru solar se dovedeşte a fi un biet firicel de praf într-o schemă grandioasă. Chiar şi acum, CREN, Organizaţia Europeană de Cercetare Nucleară, foloseşte imaginea lui Nagaoka drept logo pe site-ul său. În realitate, după cum aveau să înţeleagă curând fizicienii, electronii nu seamănă deloc cu planetele pe orbită, ci mai mult cu paletele unui ventilator în mişcare, ce reuşesc astfel să umple fiecare părticică de spaţiu din orbitele lor simultan (dar cu diferenţa fundamentală că paletele unui ventilator numai par să fie peste tot în acelaşi timp, în vreme ce electronii chiar sunt).

Inutil să menţionăm că prea puţine din toate acestea erau cunoscute în 1910 şi mulţi ani după aceea. Descoperirea lui Rutherford a pus imediat câteva probleme serioase, dintre care nu cea mai nesemnificativă este faptul că niciun electron nu ar trebui să fie capabil să se mişte pe orbită în jurul nucleului fără să se prăbuşească. Teoria electrodinamică convenţională spune că un electron care gravitează ar trebui să rămână fără energie imediat – în numai o secundă sau cam aşa ceva – şi să se prăbuşească în spirală peste nucleu, cu consecinţe dezastruoase pentru amândoi. Se mai punea şi problema cum de reuşesc protonii, cu sarcina lor pozitivă, să se adune în interiorul nucleului fără să explodeze şi să se destrame pe ei şi întregul atom. În mod evident, orice se petrecea acolo, în lumea celor foarte mici, nu era guvernat de legile care se aplică în macrolumea noastră, acolo unde iau naştere şi aşteptările noastre.

Pe măsură ce au început să se cufunde în sfera subatomică, fizicienii şi-au dat seama că aceasta nu este doar diferită de tot ce cunoşteam noi la acea vreme, ci şi de

tot ce ne imaginaserăm vreodată. Richard Feynman observa cândva că, „întrucât comportamentul atomilor este atât de diferit de experienţa noastră obişnuită, este foarte dificil să îl accepţi; el lasă impresia de ciudăţenie şi mister tuturor, atât începătorilor, cât şi fizicienilor experimentaţi”. Când Feynman a făcut acest comentariu, trecuse deja o jumătate de secol în care fizicienii avuseseră timp să se obişnuiască cu atât de straniul comportament atomic. Vă daţi seama atunci cam ce-au simţit Rutherford şi colegii săi la începutul anilor 1910, atunci când toate erau proaspăt descoperite.

Unul dintre oamenii care lucrau cu Rutherford era un tânăr danez, blajin şi afabil, pe nume Niels Bohr. În 1913, pe când se lupta cu structura atomului, lui Bohr i-a venit o idee atât de interesantă, încât şi-a amânat luna de miere ca să scrie o lucrare devenită acum de referinţă.

Întrucât fizicienii nu puteau vedea ceva atât de mic precum atomul, trebuiau să încerce să-i desluşească structura din comportamentul său atunci când îl treceau prin diverse situaţii, aşa cum făcuse Rutherford atunci când bombardase foiţa cu particule alfa. Uneori, rezultatele experimentelor îi nedumereau, dar asta nu era o surpriză. O nedumerire care s-a perpetuat îndelung era legată de analiza spectrală a lungimilor de undă ale hidrogenului. Aici apăreau matrice care arătau că atomii de hidrogen emit energie la anumite lungimi de undă, dar nu şi la altele. Era ca şi cum o persoană aflată sub supraveghere tot apare în anumite locuri, dar nu este niciodată observată când circulă de la unul la altul. Nimeni nu înţelegea de ce se întâmpla aşa ceva.

Tocmai pe când se frământa cu această problemă, lui Bohr i-a venit o idee şi a scris în goana mare faimoasa sa lucrare numită Despre constituţia atomilor şi a moleculelor; lucrarea explica modul în care electronii erau împiedicaţi să cadă peste nucleu, sugerând că nu puteau ocupa decât anumite orbite bine definite. Potrivit noii teorii, un electron

care se mişcă între orbite dispare de pe una şi reapare instantaneu pe alta, fără să treacă prin spaţiul dintre ele. Această idee – faimosul salt cuantic – este, fireşte, de o ciudăţenie extremă, dar era prea bună ca să nu fie adevărată. Nu numai că împiedica electronii să cadă în spirală peste nucleu, provocând catastrofe, dar explica şi nonconformistele lungimi de undă ale hidrogenului. Electronii apar numai pe anumite orbite, deoarece există numai pe anumite orbite. Era o perspectivă inovatoare care i-a adus lui Bohr Premiul Nobel pentru fizică în 1922, la un an după ce Einstein şi l-a primit pe al său.

Între timp, neobositul Rutherford, revenit la Cambridge, unde i-a urmat lui J.J. Thomson în poziţia de şef al Laboratorului Cavendish, a propus un model care explica de ce nu explodează nucleele. A observat că sarcina pozitivă a protonilor trebuie să fie neutralizată de vreun fel de particule, pe care le-a numit neutroni. Ideea era simplă şi atrăgătoare, dar deloc uşor de dovedit. Asociatul lui Rutherford, James Chadwick, a petrecut unsprezece ani de muncă intensă vânând neutronii, până când, în 1932, a reuşit în sfârşit. Şi lui i-a fost acordat Premiul Nobel pentru fizică în 1935. După cum subliniază Boorse şi colegii săi în istoria scrisă pe această temă, întârzierea acestei descoperiri a fost, probabil, un lucru pozitiv, deoarece stăpânirea neutronului a fost o parte esenţială în fabricarea bombei atomice (pentru că neutronii nu au niciun fel de sarcină, ei nu sunt respinşi de câmpul electric din inima atomului şi astfel pot fi trimişi, ca nişte mici torpile, într-un nucleu atomic, declanşând procesul distructiv cunoscut sub numele de fisiune nucleară). Dacă neutronul ar fi fost izolat în anii 1920, remarcă autorii, este „foarte probabil ca bomba atomică să fi fost fabricată mai întâi în Europa, fără îndoială de către nemţi”.

Aşa însă, europenii erau ocupaţi până peste cap încercând să înţeleagă comportamentul ciudat al electronilor. Problema principală cu care se confruntau era

aceea că electronul se comportă uneori asemenea unei particule, iar alteori asemenea unei unde. Această dualitate imposibilă aproape că i-a scos din minţi pe fizicieni. În următorul deceniu, în întreaga Europă, fizicienii furibunzi s-au gândit, au scris mii de materiale, au propus ipoteze concurente. În Franţa, prinţul Louis-Victor de Broglie, vlăstarul unei familii de duci, a descoperit că anumite anomalii din comportamentul electronilor dispăreau de îndată ce erau percepuţi drept unde. Observaţia a atras atenţia austriacului Erwin Schrödinger, care, după ce a făcut câteva modificări subtile, a inventat un sistem practic, numit mecanica ondulatorie. Aproape în acelaşi timp, fizicianul german Werner Heisenberg a propus o teorie concurentă, numită mecanica matricială. Aceasta era atât de complicată matematic, încât aproape nimeni nu a înţeles-o, nici măcar Heisenberg însuşi („Nici măcar nu ştiu ce este o matrice", i s-a plâns disperat Heisenberg unui prieten, la un moment dat), dar părea într-adevăr să rezolve nişte probleme pe care undele lui Schrödinger nu le explicau.

Rezultatul interesant a fost că fizica avea acum două teorii, bazate pe premise opuse, dar care aduceau aceleaşi rezultate. Era o situaţie imposibilă.

Într-un târziu, în 1926, Heisenberg a venit cu un compromis celebru, care a dus la formarea unei noi discipline, cunoscută acum drept mecanica cuantică. În centrul ei se afla Principiul Incertitudinii al lui Heisenberg, care afirmă că electronul este o particulă, dar una ce poate fi descrisă în termeni de unde. Incertitudinea în jurul căreia este construită teoria spune că putem şti calea pe care o urmează un electron atunci când se mişcă printr-un spaţiu sau putem şti unde se află într-un anumit moment, dar nu le putem şti pe amândouă[27]. Orice încercare de a măsura una dintre ele va interfera inevitabil cu cealaltă. Iar problema nu ţine doar de nevoia de a dispune de

instrumente mai exacte, ci este o proprietate imuabilă a universului.

În practică, aceasta înseamnă că nu se poate prezice unde se va afla un electron la un moment dat. Putem preciza doar probabilitatea prezenţei sale acolo. Într-un fel, după cum se exprimă Dennis Overbye, un electron nu există până când nu este observat. Sau, puţin altfel spus, până când este observat, un electron trebuie considerat ca fiind „peste tot şi nicăieri, în acelaşi timp".

Dacă vă simţiţi derutaţi, s-ar putea să vă liniştească să aflaţi că şi fizicienii au fost la fel de nelămuriţi. Overbye scrie: „Bohr a comentat odată că dacă o persoană nu se simte revoltată auzind pentru prima dată de teoria cuantică înseamnă că nu a înţeles ce a auzit". Întrebat cum îşi poate închipui cineva un atom, Heisenberg a replicat: „Nu încerca!".

Aşadar, atomul s-a dovedit a fi destul de diferit de imaginea pe care şi-o formaseră cei mai mulţi oameni. Electronul nu zboară în jurul nucleului, asemenea unei planete în jurul soarelui ei, ci ia mai mult aspectul amorf al unui nor. „Cochilia" unui atom nu este acea carcasă dură şi strălucitoare pe care ne îndeamnă uneori ilustraţiile să ne-o imaginăm, ci doar partea exterioară a acestor nori electronici amorfi. Norul însuşi este în principal doar o zonă de probabilitate statistică, ce marchează aria dincolo de care rareori se va rătăci un electron. Astfel, un atom, dacă l-aţi putea vedea, ar arăta mai mult ca un fel de minge de tenis foarte pufoasă decât ca o sferă metalică şi cu contururi dure (dar nici cu aceasta nu seamănă prea mult; şi, de fapt, nu seamănă cu nimic din ce aţi văzut vreodată; la urma urmelor, ne aflăm aici într-o lume foarte diferită de aceea pe care o vedem în jurul nostru).

Se părea că ciudăţenia nu are sfârşit. Aşa cum spunea James Trefil, pentru prima dată, oamenii de ştiinţă se loviseră de „o sferă a universului pe care creierul nostru pur şi simplu nu este programat să o înţeleagă". Sau, aşa

cum spune Feynman, „lucrurile la scară mică nu seamănă deloc cu cele la scară mare”. Pe măsură ce cercetau mai adânc, fizicienii îşi dădeau seama că au descoperit o lume în care nu numai că electronii puteau sări de la o orbită la alta fără să treacă printr-un spaţiu intermediar, dar materia putea lua naştere subit, din nimic – „cu condiţia să dispară din nou suficient de repede”, în formularea lui Alan Lightman de la MIT.

Poate cea mai năucitoare dintre improbabilităţile cuanticii este ideea ce rezultă din Principiul de excluziune al lui Wolfgang Pauli din 1925, potrivit căruia, în anumite perechi de particule subatomice, chiar dacă sunt despărţite una de alta prin distanţe considerabile, una va „şti” în fiecare clipă ce face cealaltă. Particulele au o calitate numită spin, iar potrivit teoriei cuantice, în momentul în care determini sensul rotirii unei particule, geamăna sa va începe imediat să se rotească în direcţie opusă, în acelaşi ritm, indiferent cât de departe s-ar afla.

În cuvintele lui Lawrence Joseph, autor de texte ştiinţifice, este ca şi cum ai avea două bile identice de biliard, una în Ohio şi cealaltă în Fiji, iar în clipa în care o loveşti pe una cu efect, făcând-o să se rotească, cealaltă ar începe imediat să se rotească în direcţie contrară, cu exact aceeaşi viteză. Este remarcabil faptul că acest fenomen a putut fi dovedit în 1997, când fizicienii de la Universitatea din Geneva au trimis fotoni în direcţii diferite la o distanţă de zece kilometri şi au demonstrat că perturbarea unuia a provocat un răspuns instantaneu în celălalt.

Lucrurile au luat o asemenea amploare, încât la o conferinţă Bohr a declarat că, pentru orice teorie nouă, întrebarea care se pune nu este dacă e nebunească, ci dacă este suficient de nebunească. Pentru a ilustra natura nonintuitivă a lumii cuantelor, Schrödinger a oferit un faimos experiment de gândire, în care o pisică ipotetică este plasată într-o cutie cu un atom dintr-o substanţă radioactivă, legat de un flacon cu acid cianhidric. Dacă

particula se dezintegrează într-o oră, se va declanşa un mecanism care va sparge flaconul şi va otrăvi pisica. Dacă nu, pisica va trăi. Dar noi nu ştim care variantă este valabilă, aşa că, ştiinţific vorbind, nu putem decât să considerăm pisica sută la sută vie şi sută la sută moartă, în acelaşi timp. Aşa cum observa Stephen Hawking, cu o undă de încântare perfect justificată, aceasta înseamnă că nimeni nu poate „prezice exact evenimente viitoare, de vreme ce nu putem măsura exact nici măcar starea prezentă a universului!”.

Din cauza ciudăţeniilor sale, mulţi fizicieni au respins teoria cuantică, sau cel puţin anumite aspecte ale ei, dar niciunul mai mult ca Einstein. Şi nu putem să nu remarcăm ironia acestei situaţii, având în vedere că el a fost cel care a explicat atât de convingător, în annus mirabilis 1905, cum fotonii de lumină se pot comporta uneori ca particule, iar alteori ca unde – însăşi noţiunea aflată la baza noii fizici. „Teoria cuantică este demnă de consideraţie”, a spus el politicos, deşi în realitate nu-i plăcea deloc. „Dumnezeu nu joacă zaruri”, a afirmat el[28].

Einstein nu suporta ideea că Dumnezeu ar putea crea un Univers în care unele lucruri nu vor putea fi cunoscute niciodată. Mai mult, ideea acţiunii la distanţă – faptul că o particulă ar putea influenţa instantaneu o alta, aflată la mii de milioane de kilometri depărtare – însemna o violare flagrantă a teoriei speciale a relativităţii. Nimic nu putea întrece viteza luminii şi totuşi existau fizicieni care insistau că, la nivel subatomic, cumva informaţia reuşea acest lucru. (Că tot veni vorba, nimeni nu a explicat niciodată cum de reuşesc particulele o asemenea ispravă. Potrivit fizicianului Yakir Aharanov, oamenii de ştiinţă s-au ocupat de această problemă „refuzând să se gândească la ea”.)

Mai presus de toate, problema era că fizica cuantică introducea un grad de dezordine care nu existase înainte. Brusc, era nevoie de două seturi de legi care să explice

comportamentul universului: teoria cuantică pentru lumea foarte mică şi teoria relativităţii pentru marele univers de dincolo de noi. Gravitaţia din teoria relativităţii reuşea în mod strălucit să explice de ce planetele orbitează în jurul soarelui şi de ce galaxiile au tendinţa să se grupeze în roiuri, dar s-a dovedit a nu avea niciun fel de relevanţă la nivelul particulelor. Trebuiau izolate alte forţe, care să explice ce anume ţine un atom închegat, iar în anii 1930 s-au descoperit două astfel de forţe: forţa nucleară tare şi forţa nucleară slabă. Forţa nucleară tare este aceea care conferă integritatea atomilor prin faptul că le permite protonilor să se reunească în nucleu. Forţa nucleară slabă se angajează în sarcini mai variate, legate în mare parte de controlarea vitezei anumitor tipuri de dezintegrare radioactivă.

În ciuda numelui său, forţa nucleară slabă este de zece miliarde de miliarde de miliarde de ori mai puternică decât gravitaţia, iar forţa nucleară tare este şi mai puternică – mult mai puternică chiar –, dar influenţa lor se manifestă numai pe distanţe dintre cele mai minuscule. Efectul forţei tari răzbate numai până la aproximativ a suta mia parte din diametrul unui atom. De aceea, nucleele atomilor sunt atât de compacte şi dense, iar elementele cu nuclee mari şi aglomerate au tendinţă spre instabilitate: forţa tare pur şi simplu nu poate ţine la un loc toţi protonii.

Un avantaj al acestei situaţii ar fi că fizica a ajuns să opereze cu două corpuri de legi – unul pentru lumea foarte mică, altul pentru universul la scară macro –, iar cele două par să aibă existenţe separate. Lui Einstein nu i-a plăcut nici acest lucru. El şi-a dedicat restul vieţii căutării unei modalităţi de a pune cap la cap aceste idei rămase în aer prin descoperirea unei Mari Teorii Unificate, dar a eşuat de fiecare dată. Din când în când, avea impresia că a găsit-o, dar mereu se trezea la sfârşit că ea se destramă. Cu trecerea timpului, a fost tot mai marginalizat, ba chiar privit oarecum cu milă. Fără excepţie, scria Snow, „colegii

săi credeau, şi încă mai cred, că şi-a irosit a doua parte a vieţii”.

Prin alte părţi însă, se făceau progrese reale. Până la mijlocul anilor 1940, oamenii de ştiinţă ajunseseră la un punct în care înţelegeau atomul în profunzime – după cum au demonstrat, şi încă poate chiar prea eficient, în august 1945, când au reuşit să detoneze două bombe atomice deasupra Japoniei.

La acel moment, fizicienii au considerat, nu fără motiv, că îmblânzirea atomului era încheiată. În realitate, fizica particulelor avea să devină mult mai complicată. Dar înainte să deschidem capitolul acestei poveşti aproape epuizante, trebuie să aducem la zi un alt fir din istoria noastră, ocupându-ne de o poveste importantă şi salutară despre avariţie, înşelăciune, erori ştiinţifice şi câteva pierderi inutile de vieţi omeneşti, pentru a ajunge în sfârşit la determinarea corectă a vârstei Pământului.

Capitolul 10

O lume cu picioare de plumb

La sfârşitul anilor 1940, un absolvent al Universităţii din Chicago, pe nume Clair Patterson (care, în ciuda prenumelui său, era fiul unui fermier, de origine din Iowa), folosea o nouă metodă de măsurare cu ajutorul unui izotop de plumb, pentru a obţine în sfârşit o vârstă certă a Pământului. Din nefericire, toate mostrele de roci se contaminau – cele mai multe dintre ele, destul de serios. Majoritatea conţineau aproape de două sute de ori nivelul de plumb normal. Aveau să treacă mulţi ani până ca Patterson să-şi dea seama că aceasta se datora unui regretabil inventator din Ohio, pe nume Thomas Midgley, Junior.

Midgley era de profesie inginer, iar lumea ar fi fost mai în siguranţă dacă ar fi rămas la ingineria sa. În schimb, a

devenit interesat de aplicaţiile industriale ale chimiei. În 1921, în timp ce lucra pentru General Motors Research Corporation din Dayton, Ohio, a analizat un compus numit plumb tetraetilic (cunoscut, de asemenea, sub numele de tetraetil de plumb, ca să fie şi mai confuz) şi a descoperit că acesta reducea semnificativ o problemă supărătoare cunoscută drept bătaia motorului.

Deşi se ştia foarte bine că plumbul este periculos, până la începutul secolului XX se găsea în tot felul de produse de consum. Mâncarea era ambalată în conserve sigilate cu plumb. Apa era de multe ori depozitată în recipiente ce conţineau plumb. Arseniatul de plumb era împrăştiat peste fructe ca pesticid. Plumbul a intrat chiar şi în compoziţia pastei de dinţi. Aproape că nu exista produs care să nu aducă puţin plumb în viaţa consumatorilor. Însă nimic nu i-a conferit o participare mai extinsă şi mai de durată ca adăugarea lui la combustibilul pentru motoare.

Plumbul este neurotoxic. Consumat în cantităţi mari, poate afecta iremediabil creierul şi sistemul nervos. Printre numeroasele simptome asociate cu expunerea exagerată la plumb se numără orbirea, insomnia, blocajul renal, pierderea auzului, cancerul, paraliziile şi convulsiile. În forma sa cea mai acută, acesta produce halucinaţii bruşte şi terifiante, care îngrozesc atât victimele, cât şi martorii şi care, în general, induc apoi coma şi decesul. Un lucru e sigur, şi anume că nu este bine să introduceţi prea mult plumb în organismul dumneavoastră.

Pe de altă parte, plumbul era uşor de extras şi de prelucrat şi aproape jenant de profitabil atunci când era produs industrial – iar tetraetilul de plumb făcea, într-adevăr, ca motoarele să nu se mai înece. Astfel, în 1923, trei dintre cele mai mari corporaţii din America, General Motors, Du Pont şi Standard Oil din New Jersey, au pus bazele unei firme comune, sub numele de Ethyl Gasoline Corporation (mai târziu denumită pe scurt Ethyl Corporation), cu scopul de a produce oricât tetraetil de

plumb se putea cumpăra în lume, ceea ce s-a dovedit o afacere extrem de profitabilă. Şi-au numit aditivul „etil”, pentru că suna mai prietenos şi mai puţin toxic decât „plumb”, şi l-au introdus pe piaţa publică (sub mai multe forme decât îşi imaginează majoritatea oamenilor) la 1 februarie 1923.

Aproape imediat, muncitorii din producţie au început să prezinte simptomele de mers împiedicat şi perturbare a facultăţilor, specifice unei otrăviri recente. Aproape la fel de imediat, Ethyl Corporation a adoptat o politică de negare calmă, dar nestrămutată, care avea să-i servească minunat interesele decenii de-a rândul. După cum remarcă Sharon Bertsch McGrayne în captivanta sa istorie a chimiei industriale Prometheans in the Lab (Prometei în laborator), atunci când angajaţii unei fabrici au început să prezinte halucinaţii ireversibile, un purtător de cuvânt a informat presa pe un ton afectuos: „Probabil că aceşti oameni şi-au ieşit din minţi pentru că au muncit prea mult”. În total, cel puţin cincisprezece muncitori au murit în zilele de început ale producţiei de combustibil cu plumb şi mulţi alţii s-au îmbolnăvit, adesea cu consecinţe dramatice; cifrele exacte nu se cunosc, deoarece compania reuşea aproape întotdeauna să muşamalizeze veştile despre scurgeri, împrăştieri de substanţe şi otrăviri. Uneori, blocarea informaţiilor era totuşi imposibilă – un exemplu notabil fiind cel din 1924, când, în decurs de numai câteva zile, au murit cinci muncitori din producţie şi alţi treizeci şi cinci au devenit nişte ruine tremurătoare din cauza unei singure fabrici prost aerisite.

Când au început să circule zvonurile legate de pericolele declanşate de noul produs, exuberantul inventator al etilului, Thomas Midgley, a decis să facă o demonstraţie în faţa reporterilor, pentru a le spulbera îndoielile. În timp ce vorbea volubil despre angajamentul companiei faţă de normele de siguranţă, şi-a turnat tetraetil de plumb pe mâini şi apoi a dus un recipient conţinând aceeaşi

substanţă la nas, ţinându-l şaizeci de secunde şi pretinzând că ar putea face acest lucru în fiecare zi fără să-şi provoace vreun rău. În realitate, Midgley cunoştea prea bine pericolele otrăvirii cu plumb, întrucât se îmbolnăvise şi el destul de serios cu câteva luni înainte, din cauza expunerii exagerate, iar acum, cu excepţia demonstraţiilor pentru liniştirea jurnaliştilor, nu se apropia de produs decât dacă nu avea încotro.

Încurajat de succesul combustibilului cu plumb, Midgley şi-a îndreptat apoi atenţia către o altă problemă tehnologică a epocii sale. În anii 1920, frigiderele erau înfricoşător de riscante, pentru că foloseau gaze periculoase şi insidioase, care uneori se scurgeau şi în afară. O astfel de scurgere de la un frigider dintr-un spital din Cleveland, Ohio, în 1929, a omorât mai bine de o sută de oameni. Midgley a încercat să creeze un gaz care să fie stabil, neinflamabil, necoroziv şi sigur pentru respiraţie. Cu un instinct aproape neverosimil pentru tot ce era regretabil, a inventat clorofluorocarbonii (CFC).

Rareori un produs industrial a fost acceptat mai rapid şi cu rezultate mai nefericite decât acesta. CFC a intrat în producţie la începutul anilor 1930 şi şi-a găsit mii de aplicaţii în aproape toate domeniile, de la aerul condiţionat din maşini la deodorantele spray, înainte de a se observa, o jumătate de secol mai târziu, că el devora pur şi simplu ozonul din stratosferă. După cum vă daţi seama, nu este deloc un lucru bun.

Ozonul este o formă de oxigen în care fiecare moleculă conţine trei atomi de oxigen, în locul celor doi obişnuiţi. Este întru câtva o ciudăţenie chimică, prin aceea că, la nivelul solului, este un agent poluant, în vreme ce acolo, sus, în stratosferă, este benefic, întrucât absoarbe periculoasele radiaţii ultraviolete. Ozonul benefic nu este însă prea abundent. Dacă ar fi distribuit egal în întreaga

stratosferă, ar forma un strat de numai aproximativ doi milimetri. Tocmai de aceea este atât de uşor de perturbat.

Clorofluorocarbonii sunt de asemenea destul de rari – ei formează numai circa o parte la un miliard din atmosfera ca întreg –, dar capacitatea lor distructivă este de-a dreptul extravagantă. Un singur kilogram de CFC poate atrage şi anihila şaptezeci de mii de kilograme de ozon atmosferic. În plus, CFC are o remarcabilă longevitate – în medie, cam un secol, provocând în tot acest timp distrugeri. Şi sunt nişte enormi bureţi de căldură. O singură moleculă de CFC este de circa zece mii de ori mai eficientă în accentuarea efectului de seră decât o moleculă de dioxid de carbon, iar dioxidul de carbon nu este deloc leneş atunci când provoacă efectul de seră. Pe scurt, clorofluorocarbonii s-ar putea dovedi, în ultimă instanţă, cea mai nefericită invenţie a secolului XX.

Midgley nu a aflat acest lucru, deoarece a murit cu mult înainte să-şi dea cineva seama cât de distructiv este CFC. Însăşi moartea lui a fost neobişnuită, şi deci memorabilă. După ce a fost schilodit de poliomielită, Midgley a inventat nişte scripeţi motorizaţi care îl ridicau şi îl întorceau automat în pat. În 1944 s-a prins în corzi în timp ce aparatul era în funcţiune şi a fost strangulat.

*

Dacă te interesa să afli vârstele diverselor lucruri în anii 1940, cel mai potrivit loc pentru aceasta era Universitatea din Chicago. Willard Libby era pe cale să inventeze datarea cu ajutorul radiocarbonului, ceea ce avea să le permită oamenilor de ştiinţă să afle cu certitudine vârsta oaselor şi a altor rămăşiţe anatomice organice, ceva ce nu se mai reuşise până atunci. Cele mai vechi datări nu mergeau mai departe de Prima Dinastie din Egipt – aproximativ 3000 î.Hr. De exemplu, nimeni nu putea spune cu certitudine când s-a retras ultima calotă glaciară sau în ce moment

omul de Cro-Magnon decorase peşterile din Lascaux, în Franţa.

Ideea lui Libby a fost atât de folositoare, încât a primit un Premiu Nobel pentru ea în 1960. Se baza pe înţelegerea faptului că toate fiinţele vii conţin un izotop de carbon numit carbon-14, care începe să se degradeze cu o viteză măsurabilă din momentul morţii. Carbon-14 are un timp de înjumătăţire – adică timpul necesar oricărui eşantion pentru a dispărea pe jumătate – de circa 5.600 de ani, aşadar, aflând cât de mult s-a dezintegrat dintr-un anumit eşantion de carbon, Libby putea obţine o estimare rezonabilă a vârstei unui obiect, chiar dacă numai până la un anumit punct. După un interval de opt ori timpul de înjumătăţire, mai rămâne numai 0,39% din carbonul radioactiv iniţial, care este prea puţin pentru a mai efectua o măsurătoare sigură, de aceea datarea cu ajutorul radiocarbonului este potrivită doar pentru obiecte cu o vechime de până la 40.000 de ani, cu aproximaţie.

Interesant este faptul că, tocmai pe când tehnica începea să se răspândească, au început să iasă la iveală anumite neajunsuri. Pentru început, s-a descoperit că una dintre componentele de bază ale formulei lui Libby, cunoscută drept constanta de dezintegrare, era greşită cu circa 3%. Între timp însă, se efectuaseră mii de măsurători în întreaga lume. În loc să se refacă fiecare dintre ele, oamenii de ştiinţă au decis să păstreze constanta eronată. Tim Flannery scria: „Astfel, fiecare datare brută cu radiocarbon pe care o cunoaşteţi astăzi este mai mică decât ar trebui cu circa 3%”. Şi problemele nu s-au oprit aici. De asemenea, s-a descoperit rapid că mostrele de carbon-14 pot fi uşor contaminate cu carbon din alte surse – o fărâmă minusculă de materie vegetală, de exemplu, care a fost colectată împreună cu mostra şi nu a fost observată. Pentru eşantioane mai recente – de exemplu, cele care au mai puţin de 20.000 de ani –, contaminările infime nu au întotdeauna importanţă, dar pentru cele mai vechi pot

reprezenta o problemă serioasă, prin aceea că prea puţini atomi rămaşi vor participa la datare. În primul caz, ca să-l cităm pe Flannery, este ca şi cum ai greşi cu un dolar atunci când numeri până la o mie, iar în al doilea caz este ca şi cum ai greşi cu un dolar când nu ai de numărat decât doi.

Metoda lui Libby se baza pe faptul că rata la care carbonul este absorbit de fiinţele vii şi cantitatea de carbon-14 din atmosferă au fost constante de-a lungul istoriei. De fapt, nu s-a întâmplat aşa. Acum ştim că volumul de carbon-14 din atmosferă variază în funcţie de cât de bine reuşeşte magnetismul Pământului să devieze razele cosmice şi că aceasta se poate schimba semnificativ de-a lungul timpului. Ceea ce înseamnă că anumite datări cu carbon-14 sunt mai îndoielnice decât altele. Printre cele mai incerte sunt datările din jurul perioadei în care oamenii au ajuns pentru prima dată în America, acesta fiind unul dintre motivele pentru care problema este disputată de atâta vreme.

În sfârşit, şi probabil destul de neaşteptat, datările pot fi invalidate din cauza unor factori externi, aparent fără legătură, cum ar fi, de exemplu, regimul alimentar al oamenilor ale căror oase sunt testate. Un caz recent este dezbaterea îndelungată pe tema originii sifilisului în Lumea Nouă sau în cea Veche. Arheologii de la Hull au descoperit că monahii din cimitirul unei mănăstiri suferiseră de sifilis, dar concluzia iniţială, potrivit căreia aceştia fuseseră bolnavi cu mult înainte de călătoria lui Columb, a fost invalidată în momentul în care şi-au dat seama că respectivii călugări consumaseră foarte mult peşte, iar aceasta ar fi putut face ca oasele lor să pară mult mai vechi decât erau în realitate. Se prea poate ca monahii să fi avut sifilis, dar de unde l-au luat şi când anume rămâne încă un chinuitor mister nerezolvat.

Din cauza defectelor acumulate ale carbonului-14, oamenii de ştiinţă au inventat alte metode de datare a

materialelor străvechi, printre care termoluminiscenţa, care măsoară electronii prinşi în materie, şi rezonanţa electronică a spinului, care înseamnă bombardarea unui eşantion cu unde electromagnetice şi măsurarea vibraţiilor electronilor. Dar nici cea mai bună dintre acestea nu a putut data nimic mai vechi de circa 200.000 de ani şi nici materiale anorganice, precum rocile, or, fireşte, tocmai acest lucru era necesar pentru a afla vârsta planetei.

Problemele legate de datarea rocilor erau atât de complicate, încât, la un moment dat, aproape toată lumea renunţase. Dacă nu ar fi existat foarte hotărâtul profesor englez Arthur Holmes, probabil că întreaga aventură ar fi rămas în suspensie.

Holmes s-a dovedit un erou atât prin prisma obstacolelor pe care le-a avut de depăşit, cât şi a rezultatelor pe care le-a obţinut. Prin anii 1920, când se afla la apogeul carierei, geologia nu mai era la modă – noua atracţie a epocii era fizica – şi se confrunta cu o mare criză de finanţare, mai ales în Marea Britanie, locul său de naştere spiritual. La Universitatea din Durham, vreme de mai mulţi ani, Holmes a reprezentat tot departamentul de geologie. De multe ori, a fost nevoit să împrumute sau să încropească echipamentul necesar pentru a-şi continua datarea radiometrică a rocilor. La un moment dat, calculele sale au fost practic ţinute în loc vreme de un an, timp în care el a aşteptat ca universitatea să-i cumpere o simplă maşină de calcul. Din când în când, se vedea nevoit să renunţe complet la viaţa academică pentru a câştiga suficienţi bani cât să-şi întreţină familia – o vreme, a ţinut un magazin de curiozităţi în Newcastle upon Tyne –, iar uneori nu îşi permitea nici măcar cotizaţia anuală de membru al Societăţii Geologice, de cinci lire sterline.

Tehnica pe care a folosit-o Holmes în munca sa era logică, teoretic vorbind, şi deriva direct din procesul observat pentru prima oară în 1904 de Ernest Rutherford, prin care unii atomi se dezintegrează, trecând dintr-un

element în altul cu o viteză suficient de previzibilă ca să poată fi folosiţi drept ceas. Dacă ştii cât îi ia potasiului-40 să devină argon-40 şi măsori cantităţile din fiecare eşantion, poţi afla cât de vechi este un material. Contribuţia lui Holmes a constat în a măsura rata de degradare a uraniului în plumb, pentru a calcula vârsta rocilor şi, astfel – spera el –, a Pământului.

Dar avea de depăşit numeroase dificultăţi tehnice. Lui Holmes i-ar mai fi trebuit – sau cel puţin i-ar mai fi plăcut să aibă – un aparat sofisticat care să poată efectua măsurători din eşantioane foarte mici, dar, după cum am văzut, tot ce a putut face a fost să obţină o simplă maşină de calcul. Aşadar, putem spune că a fost o mare realizare atunci când, în 1946, a anunţat că Pământul avea cel puţin trei miliarde de ani, dacă nu mai mult. Din nefericire, avea să dea acum peste un alt impediment serios în calea acceptării rezultatelor sale: conservatorismul colegilor de breaslă, oamenii de ştiinţă. Deşi s-au arătat încântaţi să îi laude metodele, mulţi susţineau că el descoperise nu vârsta Pământului, ci doar a rocilor din care acesta era format.

Tocmai în acest moment, Harrison Brown de la Universitatea din Chicago a găsit o nouă metodă de numărare a izotopilor de plumb din rocile vulcanice (adică acelea formate prin încălzire, spre deosebire de cele formate prin sedimentare). Dându-şi seama că munca putea fi extrem de minuţioasă, acesta i-a încredinţat-o tânărului Clair Patterson ca proiect de disertaţie. Se ştie că îi promisese lui Patterson că aflarea vârstei Pământului cu ajutorul noii sale metode va fi floare la ureche. În realitate, avea să dureze ani.

Patterson a început să lucreze la proiect în 1948. Prin comparaţie cu contribuţiile pline de culoare ale lui Thomas Midgley la progresul civilizaţiei, descoperirea lui Patterson referitoare la vârsta Pământului nu era în măsură să provoace furori. Vreme de şapte ani, întâi la Universitatea din Chicago şi apoi la California Institute of Technology

(unde s-a mutat în 1952), a lucrat într-un laborator steril, unde a făcut măsurători precise ale raporturilor plumb/uraniu din mostre de roci străvechi, alese cu mare grijă.

Determinarea vârstei Pământului se lovea de o problemă majoră, şi anume că era nevoie de mostre de roci foarte vechi, care să conţină cristale cu impurităţi de plumb şi uraniu, cam de o vârstă cu Pământul însuşi – dacă erau mai tinere, evident că datele ar fi fost eronate, Pământul părând mult mai tânăr –, dar roci cu adevărat vechi sunt greu de găsit pe Pământ. La sfârşitul anilor 1940, nimeni nu înţelegea exact de ce se întâmpla asta. Mai mult chiar, aveam să avansăm mult în era spaţială înainte de a se putea explica în mod convingător unde s-au dus toate acele roci, ceea ce este, trebuie să recunoaştem, extraordinar. (Răspunsul au fost plăcile tectonice, la care vom ajunge şi noi, fireşte.) Dar până atunci, Patterson a fost lăsat în pace, să încerce să dezlege aceste enigme, doar cu nişte materiale rudimentare la dispoziţie. În cele din urmă, el şi-a demonstrat ingeniozitatea, gândindu-se că ar putea folosi în locul rocilor de pe Pământ, inexistente, roci de dincolo de Pământ. Şi-a îndreptat atenţia asupra meteoriţilor.

A pornit de la presupunerea – complexă, dar corectă, după cum s-a dovedit – că mulţi meteoriţi sunt de fapt materiale de formare rămase din vremurile de început ale sistemului solar şi că, astfel, ele au reuşit să-şi conserve o structură chimică interioară mai apropiată de cea primordială. Dacă măsura vârsta acestor roci rătăcitoare, descoperea astfel şi vârsta (cu aproximaţie) a Pământului.

Însă, ca întotdeauna, nimic nu este atât de simplu pe cât ar putea să pară dintr-o descriere superficială. Meteoriţii nu se găsesc chiar peste tot, iar probele nu sunt tocmai uşor de găsit. Mai mult, tehnica de măsurare a lui Brown s-a dovedit instabilă, având nevoie de numeroase ajustări. Mai presus de toate rămânea faptul că eşantioanele lui Patterson erau permanent şi incontrolabil contaminate cu

doze mari de plumb din atmosferă, oriunde ar fi fost expuse la aer. Acesta a fost motivul care, într-un final, l-a determinat să creeze un laborator steril – primul din lume, după cum afirmă unele surse.

Patterson a avut nevoie de şapte ani de muncă şi răbdare numai ca să obţină şi să măsoare mostrele potrivite pentru testele finale. În vara lui 1953, şi-a luat specimenele şi s-a dus la Argonne National Laboratory din Illinois, unde i s-a acordat un timp de lucru pe cel mai recent model de spectrograf de masă, o maşină capabilă să detecteze şi să măsoare cantităţile minuscule de uraniu şi de plumb închise în cristalele cu vechime mare. Când, în sfârşit, a obţinut rezultatele, Patterson a fost atât de încântat, încât s-a urcat la volan şi a mers până la casa copilăriei din Iowa, unde i-a cerut mamei lui să-l interneze într-un spital, convins că va face atac de cord.

La scurt timp după aceea, la o reuniune din Wisconsin, Patterson a anunţat o vârstă definitivă a Pământului de 4.550 de milioane de ani (plus sau minus 70 de milioane) – „o cifră care rămâne în picioare, neschimbată, de cincizeci de ani încoace”, după cum notează cu admiraţie McGrayne. După două sute de ani de încercări, în sfârşit se ştia vârsta Pământului.

Aproape imediat după aceea, Patterson şi-a îndreptat atenţia asupra problemei plumbului din atmosferă. Şi astfel a aflat cu uimire că puţinul care se cunoştea despre efectele plumbului asupra oamenilor era invariabil eronat sau înşelător. Şi nici nu avem de ce să ne mirăm, dacă ne gândim că vreme de patruzeci de ani toate studiile asupra efectelor plumbului fuseseră finanţate exclusiv de către producătorii de aditivi cu plumb.

Într-un astfel de studiu, un doctor care nu avea niciun fel de pregătire de specialitate în patologia chimică a desfăşurat un program de cinci ani în care unor voluntari li se cerea să bea sau să inspire plumb în cantităţi ridicate.

Apoi li s-au testat urina şi fecalele. Din nefericire, plumbul nu este eliminat ca produs rezidual, lucru pe care se pare că acest doctor nu-l ştia. În schimb, se depune şi se acumulează în oase şi în sânge – acesta fiind de altfel motivul pentru care este atât de periculos –, însă nu s-au făcut niciun fel de analize, nici ale sângelui, nici ale oaselor. În consecinţă, plumbul a primit undă verde, ca nefiind periculos pentru sănătate.

Patterson a demonstrat foarte curând că exista o mare cantitate de plumb în atmosferă – şi încă există, de vreme ce plumbul nu pleacă nicăieri – şi că circa 90% din această cantitate părea să provină din ţevile de eşapament ale maşinilor; dar nu putea să dovedească acest lucru. Avea nevoie de o modalitate de a compara nivelurile de plumb din atmosferă din prezent cu cele existente înainte de 1923, când începuse producţia industrială a tetraetilului de plumb. I-a trecut prin minte că blocurile de gheaţă i-ar putea oferi un răspuns.

Se cunoştea că zăpada din locuri precum Groenlanda se acumulează în straturi distincte anuale (întrucât diferenţele de temperatură dintre anotimpuri produc uşoare schimbări de coloratură de la iarnă la vară). Numărând invers cronologic aceste straturi şi măsurând cantitatea de plumb din fiecare, putea afla concentraţiile de plumb din atmosferă din fiecare an, mergând înapoi sute, ba chiar mii de ani. Aceasta este noţiunea care a pus bazele studiului calotelor glaciare, pe care se fundamentează o bună parte din cercetările climatologice moderne.

Patterson a descoperit astfel că, înainte de 1923, plumbul era aproape inexistent în atmosferă şi că, de atunci încoace, concentraţia de plumb a crescut constant şi periculos. Din acel moment, a făcut din eliminarea plumbului din derivaţii de petrol misiunea vieţii sale. Pentru a-şi atinge scopul, a devenit un critic permanent şi de multe ori zgomotos al industriei plumbului şi al intereselor din spatele ei.

S-a dovedit a fi o campanie de coşmar. Ethyl era o companie multinaţională puternică şi cu mulţi prieteni în poziţii importante. (Printre directorii săi s-au numărat Lewis Powell de la Curtea Supremă de Justiţie şi Gilbert Grosvenor de la National Geographic Society.) Deodată, Patterson s-a trezit că i se retrag fondurile de cercetare sau că îi este foarte greu să găsească altele. Institutul American al Petrolului a anulat un contract de cercetare cu el, la fel şi Serviciul de Sănătate Publică al Statelor Unite, un organism guvernamental aşa-zis neutru.

Cum Patterson devenea tot mai mult o piatră atârnată de gâtul instituţiei la care lucra, membrii comitetului director de la Caltech au fost presaţi în repetate rânduri de către oficialii din industria plumbului să îl facă să tacă sau să plece. Jamie Lincoln Kitman scria în The Nation în 2000 că directorii executivi de la Ethyl s-ar fi oferit să finanţeze o catedră la Caltech dacă Patterson era dat afară. A fost exclus din Comitetul Consiliului Naţional de Cercetare creat în 1971 ca să investigheze pericolele otrăvirii cu plumb atmosferic, ceea ce era complet absurd, deoarece la acel moment el era fără îndoială expertul numărul unu al Americii în plumbul atmosferic.

Spre marele său merit, Patterson nu a dat nicio clipă înapoi. În cele din urmă, eforturile sale au dus la introducerea Legii Aerului Curat din 1970 şi, într-un târziu, la retragerea din vânzare a tuturor derivatelor petroliere cu plumb din Statele Unite, începând cu 1986. Aproape imediat, nivelul de plumb din sângele americanilor a scăzut cu 80%. Chiar şi aşa, pentru că plumbul rezistă la infinit, americanii în viaţă astăzi au în sânge o concentraţie de circa 625 de ori mai mare decât oamenii care trăiau acum un secol. Cantitatea de plumb din atmosferă continuă să crească, perfect legal, cu circa 100.000 t pe an, majoritatea provenind din minerit, topire şi alte activităţi industriale. Statele Unite au exclus la rândul lor plumbul din vopseaua de interior „la patruzeci şi patru de ani după cea mai mare

parte a Europei”, după cum observa McGrayne. Având în vedere toxicitatea sa extraordinară, este remarcabil faptul că sigilarea cu plumb a conservelor nu a fost interzisă pentru alimente în Statele Unite decât în 1993.

Cât despre Ethyl Corporation, o duce încă foarte bine, deşi GM, Standard Oil şi Du Pont nu mai deţin acţiuni în companie (au vândut totul unei companii numite Albemarle Paper în 1962). Potrivit lui McGrayne, în februarie 2001 Ethyl continua să susţină sus şi tare că „cercetările nu au reuşit să demonstreze că benzina cu plumb reprezintă o ameninţare la adresa sănătăţii oamenilor şi a mediului”. Pe site-ul său, în istoricul companiei nu se face nicio referire la plumb – sau măcar la Thomas Midgley –, ci se menţionează pur şi simplu produsul original ca fiind „o anumită combinaţie de substanţe chimice”.

Ethyl nu mai produce benzină cu plumb, deşi, potrivit registrelor contabile ale companiei din 2001, tetraetilul de plumb (sau TEL, cum îl numesc ei) aducea încă 25,1 milioane de dolari din vânzări în 2000 (raportat la vânzările totale de 795 de milioane de dolari), în creştere de la 24,1 milioane de dolari în 1999, dar în scădere de la 117 milioane de dolari în 1998. În rapoartele sale, compania îşi declară hotărârea de a „maximiza profiturile generate de TEL, pe măsură ce folosirea lui continuă să scadă pe tot globul”. Ethyl comercializează TEL în întreaga lume printr-un acord semnat cu Associated Octel Ltd din Anglia.

Cât despre celălalt flagel lăsat moştenire de Thomas Midgley, clorofluorocarbonii, aceştia au fost interzişi în Statele Unite în 1974, dar sunt nişte drăcuşori tenace care, dacă au fost eliberaţi în atmosferă înainte de acea dată (din deodorante sau fixative de păr, de exemplu), vor continua să existe şi să consume ozonul multă vreme după ce dumneavoastră sau eu ne vom fi eliberat de nebunia acestei lumi. Mai rău este faptul că noi introducem încă în atmosferă cantităţi enorme de CFC în fiecare an. După

spusele lui Wayne Biddle, peste 27 de milioane de kilograme încă îşi croiesc drum pe piaţă în fiecare an, la o valoare de 1,5 miliarde de dolari. Aşadar, cine îi produce? Noi – adică numeroase corporaţii gigantice care îl produc încă în fabricile lor de peste hotare. În ţările din Lumea a Treia nu va fi interzis până în 2010.

Clair Patterson a murit în 1995. Nu a câştigat un Premiu Nobel pentru munca sa. Geologii nu câştigă niciodată. Şi mai supărător este faptul că nu a câştigat niciun fel de faimă şi nici prea multă atenţie de pe urma a jumătate de secol de reuşite importante şi, odată cu trecerea timpului, tot mai altruiste. Am putea susţine cu argumente viabile că a fost cel mai influent geolog din secolul XX. Şi totuşi, cine a auzit de Clair Patterson? Majoritatea cărţilor de geologie nici măcar nu-l menţionează. Două lucrări recente de popularizare a ştiinţei despre istoria datării Pământului reuşesc chiar performanţa să îi scrie numele greşit. Colac peste pupăză, la începutul lui 2001 autorul recenziei uneia dintre aceste cărţi, publicată în ziarul Nature, a comis încă o gravă eroare, aceea de a considera că Patterson era femeie.

Dar dincolo de toate acestea, graţie muncii lui Clair Patterson, în 1953 Pământul îşi putea declara o vârstă cu care toată lumea putea fi de acord. Singura problemă acum era că părea mai bătrân decât universul în care exista.

Capitolul 11

Quarc pentru Muster Mark

În 1911 un om de ştiinţă britanic, pe nume C. T. R. Wilson, studia formaţiunile noroase hălăduind frecvent pe vârful Ben Nevis, un munte scoţian faimos pentru umezeala lui, când, la un moment dat, i-a trecut prin cap că trebuie să existe şi o cale mai uşoară de a face acest lucru. S-a întors la Laboratorul Cavendish din Cambridge, unde a

construit o cameră artificială de ceaţă – un instrument simplu, în care putea răci şi umezi aerul, creând astfel replica aproape exactă a unui nor, în condiţii de laborator.

Metoda a funcţionat foarte bine şi, în plus, a adus un alt avantaj neaşteptat. Când accelera o particulă alfa în cameră, pentru a da naştere norului său artificial, rămânea o urmă vizibilă – asemenea dârelor de aburi condensaţi lăsate de avioanele de linie. Tocmai inventase detectorul de particule. Acesta a oferit dovada convingătoare că particulele subatomice existau cu adevărat.

Mai târziu, alţi doi oameni de ştiinţă de la Cavendish au inventat un instrument mai puternic, un accelerator de protoni, în vreme ce, în California, Ernest Lawrence de la Berkeley a inventat faimosul şi impresionantul său ciclotron, distrugătorul de atomi, după cum au fost cunoscute multă vreme aceste instrumente. Toate aceste maşinării funcţionau – şi încă funcţionează – mai mult sau mai puţin pe acelaşi principiu, care porneşte de la ideea de a accelera un proton sau o altă particulă încărcată cu sarcină electrică până la o viteză extrem de mare, pe o traiectorie (uneori circulară, alteori lineară), şi de a o lovi de o altă particulă, pentru a observa ce anume se desprinde din ele. De aceea erau numite distrugătoare de atomi. Nu era tocmai o formă subtilă de ştiinţă, dar era în general eficientă.

Pe măsură ce construiau maşini tot mai mari şi mai ambiţioase, fizicienii au început să descopere sau să postuleze particule şi familii de particule aparent fără număr: miuoni, pioni, hiperoni, mezoni, K-mezoni, bosoni Higgs, bosoni vectoriali intermediari, barioni, tahioni etc. Chiar şi ei începeau să se simtă oarecum stânjeniţi. „Tinere”, a răspuns Enrico Fermi atunci când un student l-a întrebat numele unei anumite particule, „dacă mi-aş putea aminti numele acestor particule, m-aş fi făcut botanist”.

Astăzi, acceleratoarele au nume asemănătoare cu cele pe care l-ar folosi Flash Gordon[29] în bătălie: Super Proton Synchrotron (SPS), Large Electron-Positron Collider (LEP), Large Hadron Collider (LHC), Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC). Folosind cantităţi enorme de energie (unele dintre ele funcţionează numai noaptea, astfel încât oamenii din oraşele învecinate să nu fie nevoiţi să se uite cum li se sting becurile atunci când sunt pornite aparatele), acestea amestecă particulele, care devin atât de active, încât un singur electron poate face 47.000 de ture într-un tunel de şapte kilometri în mai puţin de o secundă. Au apărut temeri că, în entuziasmul lor, oamenii de ştiinţă ar putea, fără să-şi dea seama, să creeze o gaură neagră sau chiar ceva numit „quarci stranii”, care, teoretic, ar putea interacţiona cu alte particule subatomice şi s-ar putea propaga incontrolabil. Dacă citiţi aceste rânduri înseamnă că aşa ceva nu s-a întâmplat încă.

E nevoie de o anumită concentraţie pentru a găsi particule. Nu sunt doar minuscule şi rapide, ci şi chinuitor de evanescente. Particulele pot lua fiinţă şi dispărea în 0,000000000000000000000001 secunde (10^{-24} secunde). Nici cea mai leneşă dintre particulele instabile nu rezistă mai mult de 0,0000001 secunde (10^{-7} secunde).

Unele particule sunt instabile până la absurd. În fiecare secundă, Pământul este vizitat de zece mii de mii de miliarde de mii de miliarde de neutrini mititei, aproape lipsiţi de masă (majoritatea aruncaţi de reacţiile nucleare din Soare), şi practic toţi trec prin planetă şi prin tot ce există pe ea, inclusiv prin mine şi prin dumneavoastră, de parcă nu s-ar afla nimic în calea lor. Pentru a prinde numai câteva dintre ei, oamenii de ştiinţă au nevoie de rezervoare în care să încapă până la 57.000 m^3 de apă grea (adică apă cu o cantitate relativ mare de deuteriu în ea), în încăperi subterane (de obicei în mine dezafectate), în care nu pot interfera cu alte tipuri de radiaţii.

Foarte rar, un neutrin trecător se loveşte de unul dintre nucleele atomice din apă şi produce un mic puseu de energie. Oamenii de ştiinţă numără aceste explozii şi astfel reuşesc să ne aducă puţin mai aproape de înţelegerea proprietăţilor fundamentale ale universului. În 1998 observatorii japonezi au susţinut că neutrinii au masă, dar nu cine ştie ce – cam a zecea milioana parte din cea a unui electron.

În zilele noastre, singurul lucru de care ai cu adevărat nevoie ca să găseşti particule sunt banii, şi încă foarte mulţi. În fizica modernă, există o relaţie curioasă de invers proporţionalitate între micimea lucrului căutat şi dimensiunile facilităţilor necesare pentru a-l căuta. Organizaţia Europeană de Cercetări Nucleare (CERN) seamănă cu un mic oraş. Tronând pe graniţa dintre Franţa şi Elveţia, are trei mii de angajaţi şi ocupă o zonă ce se măsoară în kilometri pătraţi. CERN se mândreşte cu o serie de magneţi care cântăresc mai mult decât Turnul Eiffel şi cu un tunel subteran de vreo douăzeci şi şase de kilometri.

Nu e deloc greu să dezmembrăm un atom, după cum remarca James Trefil; facem acest lucru de fiecare dată când aprindem o lumină fluorescentă. Însă desfacerea nucleelor atomice necesită destul de mulţi bani şi o rezervă generoasă de electricitate. Pentru a ajunge la nivelul quarcilor – particulele care alcătuiesc particulele –, este nevoie de şi mai mult: mii de miliarde de volţi de electricitate şi bugetul unei ţări mai mici din America Centrală. Noul Large Hadron Collider de la CERN, programat să-şi înceapă operaţiunile în 2005, va ajunge la paisprezece mii de miliarde de volţi de energie şi necesită peste 1,5 miliarde de dolari pentru construcţie[30].

Dar aceste numere sunt o nimica toată prin comparaţie cu ce s-ar fi putut realiza şi cheltui pentru vastul şi acum, din nefericire, niciodată realizabilul Superconducting Supercollider, a cărui construcţie a început în apropiere de

Waxahachie, Texas, în anii 1980, înainte să intre într-o altfel de supercoliziune, ceva mai directă, cu Congresul Statelor Unite. Menirea acestuia era să le permită cercetătorilor să sondeze „natura ultimă a materiei”, după cum se spune întotdeauna, recreând, pe cât posibil, condiţiile existente în univers în prima sa a zecea mia miliarda parte dintr-o secundă. Planul era să se dea drumul la particule printr-un tunel de 84 km lungime, ajungându-se la o cifră cu adevărat uluitoare de 99 de mii de miliarde de volţi de energie. Era un plan măreţ, dar construirea lui ar fi costat opt miliarde de dolari (cifră care a ajuns mai apoi la zece miliarde) şi ar fi înghiţit sute de milioane de dolari anual pentru funcţionare.

Congresul a cheltuit două miliarde cu acest proiect, apoi l-a anulat în 1993, după ce se săpaseră 22 km de tunel, oferind probabil cel mai elocvent exemplu din istorie despre ce înseamnă să îngropi banii în pământ. Astfel, Texasul se mândreşte acum cu cea mai extravagantă groapă din univers. Prietenul meu Jeff Guinn de la Fort Worth Star-Telegram îmi spune că locul arată acum „ca un câmp enorm, perfect curăţat, punctat pe margini de o serie de mici orăşele dezamăgite”.

De la confruntarea pentru supercollider, fizicienii din domeniul particulelor şi-au mai moderat pretenţiile, dar chiar şi proiectele modeste prin comparaţie cu acesta îţi pot tăia răsuflarea la auzul costurilor, dacă le raportăm la... păi, la aproape orice. Un observator de neutrini propus a se construi la vechea mină de plumb de la Homestake, în Dakota de Sud, ar costa 500 de milioane de dolari pentru construcţie – şi aceasta într-o mină care a fost deja săpată –, înainte să ne gândim măcar la costurile anuale de exploatare. De asemenea, ar mai fi nevoie de 281 de milioane de dolari „costuri generale de reconversie”. Pe de altă parte, un accelerator de particule de la Fermilab, în Illinois, costă 260 de milioane de dolari numai pentru a fi reechipat.

Fizica particulelor este o aventură extrem de costisitoare – dar şi extrem de productivă. Astăzi, numărătoarea particulelor a ajuns la peste o sută cincizeci, cu încă vreo sută a căror existenţă este bănuită, dar, din nefericire, aşa cum spunea Richard Feynman, „sunt foarte greu de înţeles relaţiile dintre toate aceste particule şi pentru ce are natura nevoie de ele sau ce conexiuni există între una şi alta”. Invariabil, de fiecare dată când reuşim să descuiem o cutie, descoperim că înăuntrul ei se află o altă cutie încuiată. Unii oameni cred că există particule numite tahioni, care pot călători mai repede decât viteza luminii. Alţii îşi doresc din toată inima să descopere gravitonii – esenţa gravitaţiei. Este greu de spus în ce moment vom ajunge la o bază ireductibilă. Carl Sagan, în *Cosmos,* a avansat ipoteza potrivit căreia, dacă am călători în interiorul unui electron, am putea descoperi că acesta conţine un univers propriu, care ne aminteşte de toate acele poveşti science-fiction din anii 1950. „În interiorul lui, organizate în echivalentul local al galaxiilor şi al altor structuri mai mici, există un număr imens de alte particule elementare, infinit mai mici, care, la rândul lor, reprezintă fiecare un univers în sine, la un alt nivel, şi tot aşa – o regresie spre interior la infinit, universuri în universuri fără număr. Şi la fel spre exterior.”

Pentru cei mai mulţi dintre noi, aceasta este o lume care depăşeşte puterea de înţelegere. Pentru a parcurge chiar şi un ghid elementar în fizica particulelor de astăzi, trebuie să ne croim drum prin amalgame lexicale precum: „Pionul cu sarcină electrică şi antipionul se dezintegrează fiecare într-un miuon plus un antineutrin şi, respectiv, un antimiuon plus un neutrin cu o durată de viaţă medie de $2,603 \times 10^{-8}$ secunde, pionul neutru se dezintegrează în doi fotoni cu o durată medie de viaţă de circa $0,8 \times 10^{-16}$ secunde, iar miuonul şi antimiuonul se dezintegrează fiecare în...” şi tot aşa – şi aceasta într-o carte pentru publicul larg, scrisă de

unul dintre (în mod normal) cei mai raţionali dintre interpreţii fizicii, Steven Weinberg.

În anii 1960, într-o încercare de a simplifica pe cât posibil problemele, Murray Gell-Mann, fizicianul de la Caltech, a inventat o nouă clasă de particule, în principal, după spusele lui Steven Weinberg, „pentru a introduce o oarecare economie în multitudinea de hadroni” – un termen colectiv folosit de fizicieni pentru protoni, neutroni şi alte particule guvernate de forţa nucleară tare. Teoria lui Gell-Mann spunea că toţi hadronii sunt alcătuiţi din particule şi mai mici, mai fundamentale. Colegul lui, Richard Feynman, a vrut să numească aceste particule elementare „partoni”, după numele lui Dolly[31], dar a fost respins. Au fost numite în schimb *quarci.*

Gell-Mann a preluat numele din Finnegans Wake: „Trei quarci pentru Muster Mark!” (fizicienii discriminatori rimează cuvântul *quarks* cu *storks* [berze], şi nu cu *larks* [ciocârlii], deşi este aproape sigur că pronunţia la care se gândea Joyce era aceasta din urmă). Simplitatea fundamentală a quarcilor nu a avut viaţă lungă. Pe măsură ce au fost înţeleşi mai bine, a fost nevoie de introducerea unor subdiviziuni. Deşi quarcii sunt mult prea mici pentru a avea culoare, gust sau orice altă caracteristică fizică pe care am putea-o recunoaşte, au ajuns să fie îngrămădiţi în şase categorii – *up* (sus), *down* (jos), *strange* (straniu), *charm* (farmec), *top* (vârf), *bottom* (bază) –, la care fizicienii se referă în mod bizar ca fiind *„arome”* şi le împart în continuare în culorile roşu, verde şi albastru. (Există suspiciunea că nu este deloc o coincidenţă faptul că aceşti termeni au fost folosiţi pentru prima dată în California, în perioada de mare succes a drogurilor psihedelice.)

În cele din urmă, din toate acestea a luat naştere ceea ce se numeşte Modelul Standard, în esenţă, un fel de pachet de componente al lumii subatomice. Modelul Standard este alcătuit din şase quarci, şase leptoni, cinci bosoni cunoscuţi

şi un al şaselea postulat, bosonul Higgs (numit astfel după omul de ştiinţă scoţian Peter Higgs), plus trei sau patru forţe fizice: forţa nucleară slabă, forţa nucleară tare şi forţa electromagnetică.

În principal, aranjamentul spune că printre cărămizile fundamentale ale materiei se numără quarcii; aceştia sunt ţinuţi la un loc de particule numite gluoni; quarcii şi gluonii formează protonii şi neutronii, particulele din nucleul atomic. Leptonii sunt sursa electronilor şi a neutrinilor. Quarcii şi leptonii la un loc sunt numiţi fermioni. Bosonii (numiţi astfel după fizicianul indian S.N. Bose) sunt particulele care produc şi transportă forţele şi includ fotonii şi gluonii. Bosonii Higgs ar putea să existe sau nu în realitate; au fost inventaţi doar ca un mijloc de a conferi masă particulelor.

După cum vedeţi, nu este deloc la îndemână, dar e cel mai simplu model care poate explica tot ce se întâmplă în lumea particulelor. Majoritatea fizicienilor din domeniul particulelor cred, aşa cum remarca Leon Lederman într-un documentar pentru televiziune din 1985, că Modelul Standard este lipsit de eleganţă şi de simplitate. „Este mult prea complicat. Are prea mulţi parametri arbitrari”, spunea Lederman. „Nu ni-l putem imagina pe creator manevrând douăzeci de butoane ca să stabilească douăzeci de parametri pentru a crea Universul aşa cum îl ştim noi.” Fizica nu este nimic mai mult decât căutarea simplităţii ultime, dar tot ce avem până acum este un fel de dezordine elegantă – sau, aşa cum spune Lederman: „Avem un sentiment profund că imaginea nu este frumoasă”.

Modelul Standard nu este doar peste mână, ci şi incomplet. În primul rând, nu spune nimic despre gravitaţie. Oricât ai căuta prin el, nu vei găsi nimic care să explice de ce, atunci când pui o pălărie pe masă, aceasta nu zboară spre tavan. Şi, după cum am observat, nu explică nici masa. Pentru a conferi particulelor o masă, trebuie să introducem noţiunea speculativă de bosoni Higgs; dacă

aceştia chiar există este problema fizicii secolului XXI. După cum observa cu umor Feynman: „Aşadar, ne-am pricopsit cu o teorie şi nu ştim dacă este corectă sau greşită, dar ştim că este măcar puţin greşită sau măcar incompletă”.

Într-o încercare de a reuni toate elementele, fizicienii au propus Teoria Superstringurilor (Teoria Supercorzilor). Aceasta postulează că toate acele lucruri mici, cum ar fi quarcii şi leptonii, pe care până acum le-am conceput drept particule sunt de fapt „stringuri” („corzi”) – fire vibrante de energie care oscilează în unsprezece dimensiuni reprezentate de trei pe care le cunoaştem deja, plus timpul, plus alte şapte dimensiuni care ne sunt, am zice, incognoscibile. Stringurile sunt foarte mici – suficient de mici ca să treacă drept particule punctiforme.

Introducând noi dimensiuni, teoria superstringurilor le permite fizicienilor să reunească legile cuanticii şi pe cele ale gravitaţiei într-un bloc oarecum ordonat faţă de ceea ce exista înainte; dar mai înseamnă şi că tot ce spun cercetătorii despre teorie începe să semene îngrijorător de mult cu genul de idei care te-ar face să o iei la sănătoasa dacă ţi-ar fi comunicate de un necunoscut pe o bancă în parc. Iată, de exemplu, cum explică fizicianul Michio Kaku structura universului din perspectiva superstringurilor:

> *Stringul heterotic constă într-un string închis, cu două tipuri de vibraţii, în sensul acelor de ceasornic şi invers faţă de acestea, care sunt tratate diferenţiat. Vibraţiile în sensul acelor de ceasornic trăiesc într-un spaţiu cu zece dimensiuni. Cele în sens contrar acelor de ceasornic trăiesc într-un spaţiu cu douăzeci şi şase de dimensiuni, din care şaisprezece au fost compactate. (Ne amintim că în modelul cu cinci dimensiuni al lui Kaluza cea de-a cincea dimensiune era compactată prin răsucirea în ea însăşi, în formă de cerc.)*

Şi continuă tot aşa pe vreo 350 de pagini.

Teoria stringurilor a dat naştere mai departe *Teoriei M,* care încorporează suprafeţe cunoscute drept membrane – sau pur şi simplu brane pentru cei la curent cu ultimele noutăţi din lumea fizicii. Mă tem că aceasta este staţia de pe autostrada cunoaşterii la care majoritatea oamenilor trebuie să coboare. Iată o frază din The New York Times, care explică atât cât se poate de simplu pentru publicul general:

> *Procesul ekpyrotic începe departe, în trecutul nedefinit, cu o pereche de brane plate, goale, paralele între ele, dispuse într-un spaţiu răsucit cu cinci dimensiuni... Cele două brane care formează pereţii celei de-a cincea dimensiuni s-ar fi putut ivi din nimic, ca o fluctuaţie cuantică într-un trecut şi mai îndepărtat, şi apoi s-ar fi putut deplasa.*

Nimic de comentat aici. Dar nici de înţeles. Poate că ar trebui doar să spunem în treacăt că *ekpyrotic* provine din cuvântul grecesc pentru „conflagraţie”.

În fizica actuală, lucrurile au atins un asemenea nivel, încât, după cum remarcă Paul Davies în Nature, este „aproape imposibil pentru oricine altcineva decât un cercetător să discearnă între ciudăţenia legitimă şi nebunia indiscutabilă”. Problema a ajuns la un punct culminant interesant în toamna lui 2002, când doi fizicieni francezi, gemenii Igor şi Grichka Bogdanov, au venit cu o teorie de o consistenţă ambiţioasă, care presupune concepte precum „timpul imaginar” şi „condiţia Kubo-Schwinger-Martin”, propunându-şi să descrie nimicul care era universul dinainte de Big Bang – o perioadă despre care s-a presupus întotdeauna că ar fi incognoscibilă (de vreme ce precedă naşterea elementului fizic şi a proprietăţilor sale).

Aproape imediat, teoria Bogdanov a iscat dezbateri între fizicienii care se întrebau dacă era vorbărie goală, o operă de geniu sau o farsă. „Din punct de vedere ştiinţific, este în

mod cert o aberaţie mai mică sau mai mare" spunea fizicianul Peter Woit de la Universitatea Columbia pentru *The New York Times,* „dar în vremea noastră asta nu o face cu nimic diferită de restul literaturii de specialitate".

Karl Popper, pe care Steven Weinberg l-a numit „decanul filosofilor moderni ai ştiinţei", sugera cândva că s-ar putea să nici nu existe o teorie ultimă a fizicii – că fiecare explicaţie s-ar putea de fapt să necesite o nouă explicaţie, dând naştere „unui lanţ infinit de principii tot mai fundamentale". Posibilitatea contrară ar fi aceea că acest soi de cunoaştere pur şi simplu ne depăşeşte. „Din fericire, până acum nu dăm semne că am fi ajuns la limitele resurselor noastre intelectuale", scrie Weinberg în *Dreams of a Final Theory (Visuri despre o teorie ultimă).*

Este aproape cert că ne aflăm într-o arie care va cunoaşte noi direcţii ale gândirii şi aproape la fel de cert că aceste noi idei ne vor depăşi pe cei mai mulţi dintre noi.

În vreme ce fizicienii din deceniile de mijloc ale secolului XX cercetau cu perplexitate lumea celor foarte mici, la rândul lor, astronomii descopereau o imperfecţiune a înţelegerii universului larg cu nimic mai puţin năucitoare.

La ultima noastră întâlnire cu Edwin Hubble, acesta observase că aproape toate galaxiile din câmpul nostru vizual se îndepărtează de noi şi că viteza şi distanţa acestei retrageri se află într-o strânsă proporţionalitate: cu cât o galaxie este mai depărtată, cu atât se îndepărtează mai repede. Hubble şi-a dat seama că toate acestea pot fi exprimate printr-o ecuaţie simplă: Ho = v/d (unde Ho este constanta, v este viteza de îndepărtare a unei galaxii în mişcare, iar d este distanţa dintre noi şi ea). De atunci încoace, Ho este cunoscută drept constanta Hubble, iar întregul drept Legea lui Hubble. Folosindu-şi propria formulă, Hubble a calculat că Universul are cam două miliarde de ani vechime, lucru oarecum ciudat, având în vedere că încă de la sfârşitul anilor 1920 devenise tot mai

evident faptul că multe lucruri din univers – inclusiv, probabil, Pământul însuşi – erau mai vechi. Ajustarea acestei cifre a devenit o preocupare constantă a cosmologiei.

Aproape singura constantă din constanta Hubble a fost amploarea disputei în privinţa valorii care trebuie acordată acesteia. În 1956 astronomii au descoperit că variabilele cefeide erau mai variabile decât crezuseră ei; erau de două feluri, nu de unul. Aceasta le permitea să recalculeze şi să vină cu o nouă vârstă a Universului, între şapte şi douăzeci de miliarde de ani – nu tocmai exactă, dar cel puţin suficient de mare, în sfârşit, pentru a conţine formarea Pământului.

În perioada următoare, a izbucnit o dispută ce avea să dureze ani de-a rândul între Allan Sandage, moştenitorul lui Hubble de la Mount Wilson, şi Gérard de Vaucouleurs, un astronom de origine franceză de la Universitatea din Texas. După ani de calcule minuţioase, Sandage a ajuns la concluzia că valoarea constantei Hubble ar fi cincizeci, proclamând vârsta universului la douăzeci de miliarde de ani. De Vaucouleurs era la fel de sigur că valoarea constantei Hubble este o sută[32]. Aceasta ar însemna că universul are doar jumătate din mărimea şi vârsta postulate de Sandage – adică zece miliarde de ani. Lucrurile s-au scufundat şi mai tare în incertitudine în 1994, când o echipă de la Carnegie Observatories din California, folosind măsurătorile Telescopului Spaţial Hubble, a sugerat că universul ar putea avea numai opt miliarde de ani – o vârstă mai mică decât aceea a unora dintre stelele din univers. În februarie 2003 o echipă de la NASA şi Goddard Space Flight Center din Maryland, folosind un nou tip de satelit cu rază lungă, numit Sonda WMAP *(Wilkinson Microwave Anistropy Probe – Sonda Wilkinson pentru Studiul Anizotropiei Microundelor),* a anunţat cu oarecare certitudine că vârsta universului este de 13,7 miliarde de

ani, plus sau minus o sută de milioane de ani. Apele s-au liniştit, cel puţin pentru o vreme.

Problema măsurătorilor definitive este că de multe ori rămâne prea mult loc pentru interpretări. Imaginaţi-vă că vă aflaţi noaptea pe un câmp şi că încercaţi să măsuraţi distanţa dintre două becuri electrice aflate la mare depărtare. Folosind instrumente cât de cât precise din astronomie, putem determina destul de uşor că becurile au o strălucire egală şi că unul este, să zicem, cu cincizeci la sută mai departe decât celălalt. Ceea ce nu puteţi determina cu certitudine este dacă lumina cea mai apropiată e, să zicem, un bec de 58 de waţi, adică aflat la 37 de metri depărtare, sau un bec de 61 de waţi, aflat la 36,5 metri depărtare. În plus, trebuie să lăsaţi loc pentru distorsiuni provocate de variaţii ale atmosferei Pământului, de praful intergalactic, de lumina contaminantă de la stelele vizibile în prim-plan şi mulţi alţi factori. Rezultatul este că, automat, calculele dumneavoastră se bazează pe o serie de premise derivate, oricare dintre acestea putând fi pusă la îndoială. Mai intervine şi faptul că accesul la telescoape este o raritate şi, de-a lungul timpului, s-a dovedit că măsurarea deplasării spre roşu este deosebit de costisitoare în era telescopului. Ar putea fi nevoie de o noapte întreagă pentru a obţine o singură expunere. În consecinţă, astronomii au fost uneori obligaţi (sau prea grăbiţi) să-şi fundamenteze concluziile pe dovezi remarcabil de precare. După cum sugera jurnalistul Geoffrey Carr, în cosmologie avem „un munte de teorii clădit pe un muşuroi de dovezi”. Sau, cum spunea Martin Rees: „Faptul că ne declarăm astăzi mulţumiţi [de stadiul nostru de înţelegere] reflectă mai degrabă penuria de date decât excelenţa teoriei”.

Această incertitudine se aplică şi lucrurilor relativ apropiate, la fel ca în cazul marginilor îndepărtate ale universului. După cum remarca Donald Goldsmith, când astronomii spun că galaxia M87 se află la 60 de milioane de

ani-lumină depărtare, ce vor ei să spună de fapt („dar de multe ori nu accentuează pentru publicul general”) este că se află undeva între 40 şi 90 de milioane de ani-lumină – ceea ce nu este chiar acelaşi lucru. Pentru univers în general, este evident că lucrurile se amplifică. În ciuda vâlvei care înconjoară ultimele declaraţii, ne aflăm încă departe de unanimitate.

O teorie recentă interesantă sugerează că universul nu este nici pe departe atât de mare pe cât ni l-am imaginat noi; că, atunci când scrutăm distanţele, unele dintre galaxiile pe care le vedem ar putea fi doar reflecţii, imagini-fantomă create prin reflexia luminii.

Realitatea este că există o mulţime de lucruri, chiar la un nivel fundamental, pe care nu le ştim – nu printre cele mai neimportante fiind alcătuirea universului. De câte ori calculează cantitatea de materie necesară pentru a ţine totul laolaltă, oamenii de ştiinţă ies în minus cu o marjă inexplicabilă. Parcă cel puţin 90% din univers, ba poate chiar 99%, este alcătuit din „materia întunecată” a lui Fritz Zwicky – ceva ce este, prin însăşi natura sa, invizibil pentru noi. Este uşor exasperant să te gândeşti că trăim într-un univers pe care, în cea mai mare parte, nici nu-l putem vedea, dar aşa stau lucrurile. Cel puţin numele celor doi posibili vinovaţi principali sunt interesante: se spune că sunt fie WIMPs[33] *(Weakly Interacting Massive Particles, adică urme de materie invizibilă rămasă de la Big Bang),* fie MACHOs *(MAssive Compact Halo Objects – un alt nume pentru găurile negre, stelele pitice maro şi alte stele foarte slabe).*

Fizicienii din domeniul particulelor au tendinţa să favorizeze explicaţia cu ajutorul particulelor, prin WIMPs, iar astrofizicienii explicaţia stelară, prin MACHOs. O vreme, MACHOs au părut să deţină întâietatea, dar, pentru că nu s-au descoperit nici pe departe suficiente, oamenii şi-au îndreptat din nou atenţia spre WIMPs – sub rezerva că

nu a fost descoperit niciodată niciun WIMP. Întrucât interacţiunea lor este slabă (presupunând că totuşi există), sunt foarte greu de identificat. Razele cosmice provoacă o interferenţă prea mare. Aşadar, cercetătorii trebuie să sape adânc în pământ. La un kilometru adâncime, bombardamentele cosmice ar reprezenta a milioana parte din ce ar fi la suprafaţă. Dar chiar şi atunci când adăugăm toate acestea, „două treimi din univers încă lipsesc la socoteala finală”, după cum spune un comentator. Pentru moment, am putea foarte bine să le numim obiecte nedetectabile, necunoscute, întunecate, care nu reflectă, aflate undeva departe.

Dovezi recente sugerează nu numai că galaxiile universului se îndepărtează în viteză de noi, dar şi că rata de îndepărtare a suferit o accelerare. Aceasta contravine tuturor aşteptărilor. Se pare că universul ar putea fi plin nu numai cu materie întunecată, ci şi cu energie întunecată. Oamenii de ştiinţă o numesc uneori şi energie vidă sau chintesenţă. Orice ar fi, ea pare să determine o expansiune pe care nimeni nu o poate explica în niciun fel. Teoria spune că spaţiul vid nu este deloc gol – că există particule de materie şi antimaterie care apar şi dispar şi că acestea împing universul spre exterior cu o rată accelerată. Fapt destul de neaşteptat, unicul lucru care ar rezolva toate acestea este constanta cosmologică a lui Einstein – acel strop de matematică pe care el l-a strecurat în Teoria Generală a Relativităţii pentru a opri presupusa expansiune a universului şi pe care el a numit-o „cea mai mare gafă din viaţa mea”. Acum se pare că s-ar putea totuşi să fi înţeles lucrurile corect.

Concluzia la toate acestea este că trăim într-un univers a cărui vârstă nu o putem calcula prea bine, înconjuraţi de stele a căror distanţă faţă de noi şi între ele nu o putem afla, plin de materie pe care nu o putem identifica şi operând în conformitate cu legi fizice ale căror proprietăţi nu le înţelegem cu adevărat.

Şi, pe această notă de ambiguitate, să ne întoarcem la planeta Pământ şi să analizăm ceva ce reuşim să înţelegem – deşi cred că de acum nu veţi mai fi surprinşi să auziţi că nu înţelegem pe deplin şi că ceea ce înţelegem a fost neînţeles o vreme îndelungată.

Capitolul 12

Pământul se mişcă

Într-una din ultimele sale activităţi profesionale înainte de decesul din 1955, Albert Einstein a scris o scurtă, dar strălucită prefaţă pentru o carte a unui geolog pe nume Charles Hapgood, intitulată *Earth's Shifting Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science (Crusta mişcătoare a Pământului: cheia pentru câteva dintre problemele de bază ale ştiinţei Pământului)*. Cartea lui Hapgood era o demontare sistematică a ideii privind deriva continentelor. Pe un ton care aproape că-l invita pe cititor să i se alăture într-o chicoteală condescendentă, Hapgood arăta că o mână de suflete credule observaseră „o aparentă potrivire de formă între anumite continente". S-ar părea, continua el, „că America de Sud s-ar potrivi lângă Africa şi tot aşa... ba chiar se pretinde că formaţiunile de rocă de pe cele două maluri opuse ale Atlanticului s-ar potrivi".

Domnul Hapgood respingea vehement orice astfel de presupunere, remarcând că geologii K.E. Caster şi J.C. Mendes au făcut cercetări extinse pe teren, pe ambele maluri ale Atlanticului, şi au stabilit dincolo de orice îndoială că nu există asemenea similitudini. Dumnezeu ştie ce aflorimente au cercetat domnii Caster şi Mendes, deoarece multe dintre formaţiunile de roci de pe ambele maluri ale Atlanticului chiar sunt identice – nu doar similare, ci identice.

Dar această idee nu a prins nicidecum la domnul Hapgood sau la alţi geologi din vremea sa. Teoria la care

făcea referire Hapgood a fost adusă pentru prima oară în discuţie în 1908 de un geolog amator american, pe nume Frank Bursley Taylor. Taylor provenea dintr-o familie bogată şi avea atât mijloacele, cât şi independenţa faţă de încorsetările academice pentru a urma direcţii neconvenţionale de cercetare. Era unul dintre aceia care fuseseră uimiţi de similitudinile dintre forma liniilor de coastă ale Africii şi Americii de Sud, aflate faţă în faţă, şi, pornind de la această observaţie, a dezvoltat ideea că demult avusese loc o deplasare a continentelor. A sugerat – cu intuiţie, după cum s-a dovedit – că izbirea continentelor ar fi putut da naştere lanţurilor muntoase de pe Pământ. Însă nu a reuşit să ofere mare lucru în materie de dovezi, astfel că teoria a fost considerată prea aiuristică pentru a merita o atenţie serioasă.

În Germania însă, ideea lui Taylor a fost prinsă din zbor şi însuşită cum trebuie de un teoretician pe nume Alfred Wegener, meteorolog la Universitatea din Marburg. Wegener a investigat numeroase anomalii ale plantelor şi fosilelor care nu se încadrau firesc în modelul standard al istoriei pământului şi şi-a dat seama că prea puţine dintre ele puteau fi înţelese prin interpretarea convenţională. Fosilele animale apăreau în mod repetat pe maluri opuse ale unor oceane care erau, în mod cert, prea mari pentru a fi trecute înot. El s-a întrebat cum au călătorit marsupialele din America de Sud în Australia. Cum de apăreau melci identici în Scandinavia şi în New England? Şi cum se explicau păturile de cărbune şi alte rămăşiţe semitropicale în locuri reci precum Spitsbergen, la peste 600 km nord de Norvegia, dacă nu migraseră cumva până acolo din zone mai calde?

Wegener a dezvoltat teoria potrivit căreia continentele lumii au existat cândva sub forma unei mase unice de pământ, pe care el a numit-o Pangaea, unde flora şi fauna se amestecaseră în voie, înainte să se producă rupturile, iar bucăţile să plutească spre poziţiile lor actuale. El a

prezentat ideea într-o carte numită *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane (Originea continentelor şi oceanelor),* pe care a publicat-o în germană în 1912 şi – în ciuda faptului că între timp a izbucnit Primul Război Mondial – în engleză trei ani mai târziu.

Din cauza războiului, teoria lui Wegener nu a atras atenţia la început, dar prin anii 1920, când a venit cu o ediţie revizuită şi adăugită, a devenit un subiect de discuţie. Toată lumea accepta ideea deplasării continentelor – dar în sus şi în jos, nu în lateral. Procesul mişcării verticale, cunoscut drept izostazie, a stat la baza gândirii geologice vreme de generaţii, deşi nimeni nu propusese teorii solide despre cum şi de ce s-a întâmplat acest fenomen. O idee care a rămas în manuale până în vremea anilor mei de şcoală a fost teoria „mărului copt”, propusă de austriacul Eduard Suess cu puţin înainte de începutul secolului XX. Aceasta sugera că, pe măsură ce Pământul umed s-a răcit, s-a încreţit ca un măr copt, creând bazinele oceanice şi lanţurile muntoase. Nimeni nu a ţinut cont că James Hutton demonstrase cu mult înainte că orice astfel de aranjament static ar fi dus în final la un sferoid fără forme, pe măsură ce eroziunea ar fi uniformizat ridicările şi ar fi umplut golurile. De asemenea, elementele de pe Pământ reţineau rezerve enorme de căldură, după cum au demonstrat Rutherford şi Soddy la începutul secolului – mult prea multă pentru a permite genul de răcire şi strângere sugerat de Suess. Şi, în orice caz, dacă teoria lui Suess ar fi fost corectă, munţii ar fi trebuit să fie distribuiţi uniform pe suprafaţa Pământului, ceea ce era evident fals, şi ar fi avut cam aceeaşi vârstă; încă de la începutul anilor 1900, era deja cert că unele lanţuri precum Uralii sau Apalaşii erau cu sute de milioane de ani mai vechi decât alţii, precum Alpii sau Munţii Stâncoşi. În mod evident, venise timpul pentru o nouă teorie. Din nefericire, Alfred Wegener nu era omul de la care îşi doreau geologii să o primească.

Pentru început, noţiunile sale radicale puneau la îndoială fundamentele disciplinei lor, o cale rareori eficientă de a suscita interesul unei audienţe. O astfel de provocare ar fi fost dureroasă chiar şi venind din partea unui geolog, dar Wegener nu avea nicio pregătire în geologie. Era un biet meteorolog, pentru Dumnezeu. Era un om de la „starea vremii” – şi încă unul neamţ. Iar acestea nu erau cusururi remediabile.

Prin urmare, geologii şi-au dat toată osteneala să îi nege dovezile şi să îi discrediteze sugestiile. Pentru a explica problemele distribuirii fosilelor, ei veneau cu anticele „punţi de uscat” de câte ori era nevoie. Dacă se descoperea că un cal străvechi pe nume Hipparion a trăit în Franţa şi în Florida concomitent, se trasa o punte de uscat peste Atlantic. Când se afla că vechii tapiri existaseră simultan în America de Sud şi în Asia de Sud-Est, se trăgea şi între ele o punte de uscat. În curând, hărţile mărilor preistorice au devenit platouri aproape compacte de uscat din cauza ipoteticelor punţi de uscat – din America de Nord în Europa, din Brazilia în Africa, din Asia de Sud-Est în Australia, din Australia în Antarctica. Aceşti cârcei conectori nu numai că apăreau în mod convenabil, oricând era necesară mutarea unui organism viu de pe o masă continentală pe alta, dar apoi dispăreau în neant fără să lase vreo urmă a existenţei lor. Evident că nimic din toate acestea nu era susţinut de nicio dovadă – cum ar fi putut să fie susţinut de dovezi ceva atât de eronat? – şi, totuşi, a reprezentat norma geologică în următoarea jumătate de secol.

Nici măcar punţile de uscat nu puteau explica anumite lucruri. O specie de trilobit era bine cunoscută în Europa şi de asemenea s-a descoperit că trăise în Terra Nova – dar numai pe o parte a insulei. Nimeni nu putea explica în mod convingător cum reuşise să traverseze trei mii de kilometri de ocean ostil, dar apoi nu reuşise să îşi croiască drum pe o insulă de trei sute de kilometri lăţime. Şi mai anormală era

o specie de trilobit descoperită în Europa şi în nord-vestul Americii, dar nicăieri între acestea, ceea ce ar fi presupus nu o punte de uscat, ci un adevărat salt acrobatic. Şi totuşi, până în 1964, când *Encyclopaedia Britannica* a discutat teoriile concurente, cea a lui Wegener era considerată plină de „numeroase neajunsuri teoretice severe". Cu siguranţă că Wegener a făcut greşeli. El a susţinut că Groenlanda se îndreaptă spre vest cu circa 1,6 km pe an, evident o aberaţie (în realitate e vorba de un centimetru). Şi, mai presus de toate, nu putea oferi nicio explicaţie convingătoare pentru felul în care se mişcaseră masele. Pentru a da crezare teoriei lui, ar fi trebuit să acceptăm că întregi continente masive reuşiseră cumva să îşi croiască drum printr-o crustă solidă, ca un plug prin sol, fără să lase nicio brazdă în pământul răscolit. Nimic cunoscut la acea vreme nu putea explica în mod plauzibil ce anume generase aceste deplasări masive.

Cel care a venit cu o sugestie a fost Arthur Holmes, geologul englez care a făcut atât de multe pentru a determina vârsta Pământului. Holmes a fost primul cercetător care a înţeles că încălzirea radioactivă putea produce curenţi de convecţie în interiorul Pământului. În teorie, aceştia puteau fi suficient de puternici pentru a deplasa continentele încoace şi încolo. În populara şi influenta sa carte *Principles of Physical Geology (Principii de geologie fizică),* publicată pentru prima dată în 1944, Holmes a expus o teorie a derivei continentale care era în principiu cam aceeaşi cu teoria dominantă de astăzi. Însă la acea vreme era încă o propunere radicală şi a fost aspru criticată, mai ales în Statele Unite, unde opoziţia faţă de teoria derivei continentelor a durat mai mult decât oriunde în altă parte. Un critic american s-a arătat neliniştit, fără nicio urmă de ironie, că Holmes îşi prezenta argumentele atât de clar şi de convingător, încât studenţii chiar ar putea ajunge să le creadă. În alte părţi însă, noua teorie şi-a atras un sprijin solid, chiar dacă precaut. Un vot la întâlnirea

anuală a Asociaţiei Britanice pentru Dezvoltarea Ştiinţei din 1950 a arătat că circa jumătate dintre cei prezenţi acceptau acum ideea derivei continentelor (Hapgood avea să citeze această cifră la scurt timp după aceea, ca pe o dovadă a tragicei degringolade în care se găseau geologii britanici). În mod curios, uneori Holmes însuşi părea să se îndoiască de propria idee. În 1953 a mărturisit: „Nu am reuşit niciodată să mă eliberez de o supărătoare prejudecată împotriva ideii derivei continentelor. În măduva oaselor mele de geolog, ca să spun aşa, simt că această ipoteză ţine de domeniul fantasticului”.

Deriva continentelor nu era întru totul lipsită de susţinători în Statele Unite. Reginald Daly de la Harvard pleda în favoarea ei, dar, după cum vă amintiţi, el a sugerat că Luna se formase în urma unui impact cosmic, iar ideile sale erau în general considerate interesante, chiar valoroase, dar un pic prea exuberante pentru a fi analizate serios. Şi astfel, majoritatea învăţaţilor americani au rămas la convingerea că dintotdeauna continentele s-au aflat în poziţia lor de astăzi şi că formele de pe suprafaţa lor puteau fi atribuite altor fenomene decât mişcările laterale.

Interesant este faptul că geologii de la companiile petroliere ştiau de ani de zile că, dacă vrei să găseşti petrol, trebuie să accepţi exact genul de mişcări ale suprafeţei pe care le implicau plăcile tectonice. Dar geologii petrolieri nu scriau lucrări academice; ei se mulţumeau să găsească petrol.

Teoriile Pământului mai puneau o problemă majoră, pe care nu o rezolvase nimeni şi nici nu se apropiase nimeni măcar de o soluţie viabilă. Întrebarea era aceasta: unde s-au dus toate sedimentele? În fiecare an, râurile pământului cărau un volum masiv de material erodat – 500 de milioane de tone de calciu, de exemplu – către mări. Dacă înmulţim rata de depozitare cu numărul de ani în care a avut loc, ajungem la o cifră tulburătoare: pe fundurile oceanelor ar

trebui să se afle circa douăzeci de kilometri de sedimente – altfel spus, fundurile oceanelor ar fi trebuit să ajungă până acum mult peste suprafaţa apei. Oamenii de ştiinţă au înlăturat acest paradox în cea mai comodă modalitate posibilă: l-au ignorat. Dar în cele din urmă a venit un moment în care nu au mai putut să-l ignore.

În al Doilea Război Mondial, un mineralog de la Universitatea Princeton, pe nume Harry Hess, a fost numit în fruntea unei nave de transport ofensive, USS Cape Johnson. La bordul acestui vas se afla un nou aparat interesant de sondare a adâncimilor, numit sondă ultrason, care fusese proiectat pentru a facilita manevrele din apropierea ţărmului în timpul debarcărilor pe plajă, dar Hess şi-a dat seama că putea fi folosit la fel de bine în scopuri ştiinţifice, aşa că nu l-a închis niciun moment pe când se afla pe mare, nici măcar în focul bătăliei. Şi astfel a descoperit lucruri total neaşteptate. Dacă fundul oceanului ar fi fost foarte vechi, după cum presupunea toată lumea, ar fi trebuit să fie acoperit de o pătură groasă de sedimente, precum noroiul de pe fundul unui râu sau lac. Dar măsurătorile lui Hess au arătat că fundul oceanului oferea de toate, mai puţin netezimea cleioasă a unor straturi de aluviuni străvechi. Peste tot era presărat cu canioane, canale şi crevase, punctate de munţi vulcanici submarini pe care el i-a numit guyoţi, după numele unui geolog de la Princeton pe nume Arnold Guyot. Toate acestea erau un mister, dar Hess era prins în mijlocul unui război la care trebuia să participe, astfel că a pus aceste observaţii deoparte, pentru mai târziu.

După război, Hess s-a întors la Princeton şi la ocupaţia sa de profesor, dar misterele fundului oceanic au continuat să ocupe un loc în gândurile sale. Între timp, în anii 1950, oceanologii au întreprins studii tot mai sofisticate asupra fundului oceanic. Şi în căutările lor au dat peste o surpriză şi mai mare: cel mai măreţ şi mai întins lanţ muntos de pe Pământ era – în cea mai mare parte – sub apă. Urma un

traseu continuu de-a lungul fundurilor oceanice din întreaga lume, asemenea modelului de pe o minge de tenis. Dacă porneai din Islanda şi călătoreai spre sud, îl puteai urma coborând prin mijlocul Oceanului Atlantic, ocolind sudul Africii, de-a lungul Oceanului Indian şi mărilor sudice, până în Pacific, mai jos de Australia; acolo făcea un unghi prin Oceanul Pacific, de parcă s-ar fi îndreptat spre Baja California, înainte să cotească brusc spre coasta de vest a Statelor Unite, până în Alaska. Uneori, vârfurile sale mai înalte ieşeau din apă sub forma unei insule sau a unui arhipelag – Azorele şi Canarele în Atlantic, Hawaii în Pacific, de exemplu –, dar în cea mai mare parte era îngropat sub mii de metri de apă sărată, necunoscut şi nebănuit. Când s-au adunat toate ramurile sale, reţeaua a ajuns la 75.000 de kilometri.

O mică parte a lanţului era cunoscută de o bună bucată de vreme. Oamenii care, în secolul al XIX-lea, întinseseră cabluri pe fundul oceanului şi-au dat seama că în mijlocul Atlanticului exista un fel de formaţiune muntoasă după felul în care şerpuiau cablurile, dar continuitatea şi amploarea lanţului au venit ca o năucitoare surpriză. Mai mult, el prezenta anomalii fizice inexplicabile. În centrul crestei din mijlocul Atlanticului se afla un canion – un rift – de până la 20 km lărgime pe întreaga sa lungime de 19.000 km. Aceasta părea să sugereze că Pământul se crapă la încheieturi, ca o nucă ieşind din coajă. Era o idee absurdă şi descumpănitoare, dar era susţinută de dovezi ce nu puteau fi negate.

În 1960, probe din interiorul canionului au arătat că fundul oceanic era relativ tânăr pe creasta din mijlocul Atlanticului, dar devenea tot mai bătrân pe măsură ce te îndepărtai spre est sau vest. Harry Hess a analizat chestiunea şi a înţeles că aceasta nu putea însemna decât un singur lucru: pe fiecare parte a riftului central se forma o nouă crustă oceanică, împinsă apoi de o parte şi de alta, pe măsură ce din urmă venea o alta. Fundul Atlanticului

era format de fapt din două benzi transportoare enorme, una care ducea scoarţa spre America de Nord şi alta care ducea scoarţa spre Europa. Procesul a devenit cunoscut sub numele de expansiunea fundului oceanic.

Când scoarţa ajungea la sfârşitul călătoriei, la graniţa continentelor, se prăbuşea înapoi în Pământ printr-un proces cunoscut drept subducţie. Aceasta explica unde se duceau toate sedimentele. Se întorceau în măruntaiele Pământului. De asemenea, explica de ce bazinele oceanice de peste tot erau atât de tinere, prin comparaţie cu alte formaţiuni de pe Pământ. Niciunul nu s-a dovedit a fi mai bătrân de 175 de milioane de ani, lucru de neînţeles, deoarece rocile continentale erau în multe cazuri vechi de miliarde de ani. Acum Hess putea înţelege de ce. Rocile oceanice rezistau numai atât cât le lua ca să ajungă la mal. Era o teorie frumoasă, care explica multe. Hess şi-a dezvoltat argumentele într-o lucrare importantă, care a fost ignorată aproape peste tot. Uneori, lumea pur şi simplu nu este pregătită pentru o idee măreaţă.

Între timp, doi cercetători, care lucrau de altfel independent, au ajuns la constatări uluitoare pornind de la un fapt curios din istoria Pământului, descoperit cu câteva decenii înainte. În 1906, un fizician francez pe nume Bernard Brunhes descoperise că, din când în când, câmpul magnetic al planetei se inversează, iar înregistrarea acestor inversări este marcată pentru totdeauna în anumite roci, încă din momentul naşterii lor. Mai exact, mici bobiţe de minereu de fier din interiorul rocilor indică unde se aflau polii magnetici în momentul formării lor, iar apoi rămân îndreptate în acea direcţie pe măsură ce roca se răceşte şi se întăreşte. Astfel, ele îşi „amintesc" cum erau orientaţi polii magnetici în momentul creării lor. Ani de-a rândul, aceasta a reprezentat o simplă curiozitate, dar în anii 1950 Patrick Blackett, de la Universitatea din Londra, şi S.K. Runcorn, de la Universitatea din Newcastle, au studiat tiparele magnetice străvechi înscrise în rocile

britanice şi au fost uimiţi, ca să nu spunem mai mult, să descopere că acestea arătau că, într-un anumit moment din trecutul îndepărtat, Marea Britanie se rotise în jurul propriei axe şi înaintase către nord, ca şi cum ar fi reuşit cumva să se desprindă din rădăcini. Mai mult, au descoperit că, dacă aşezi o hartă a traseelor magnetice ale Europei peste una a Americii din aceeaşi perioadă, se potrivesc aproape la fel de exact ca două jumătăţi ale unei scrisori rupte. Era de-a dreptul straniu, aşa că şi descoperirile lor au fost ignorate.

În sfârşit, a căzut în sarcina a doi oameni de la Universitatea Cambridge, un geofizician pe nume Drummond Matthews şi un absolvent de-al său pe nume Fred Vine, să reunească toate piesele. În 1963, folosind studiile magnetice făcute în bazinul Oceanului Atlantic, au demonstrat în mod convingător că acesta se extinde exact în maniera în care sugerase Hess şi că, la rândul lor, continentele se află în mişcare. Un geolog canadian ghinionist, pe nume Lawrence Morley, a ajuns la aceeaşi concluzie în acelaşi moment, dar nu a găsit pe nimeni să-i publice lucrarea. Într-o mustrare devenită celebră, redactorul de la Journal of Geophysical Research i-a spus: „Asemenea speculaţii dau naştere unor conversaţii interesante la cocteiluri, dar nu este genul de lucrare care să fie publicată sub o egidă ştiinţifică serioasă”. Mai târziu, un geolog a descris-o ca fiind „probabil cea mai semnificativă lucrare din ştiinţele Pământului căreia i-a fost refuzată publicarea”.

În orice caz, scoarţa mobilă era acum o idee căreia în sfârşit îi venise vremea. La Londra a avut loc în 1964 un simpozion sub auspiciile Academiei Regale care a reunit multe dintre cele mai importante figuri din domeniu şi, brusc, toată lumea a părut să se convertească la noua idee. Adunarea a admis că Pământul este un mozaic de segmente interconectate, ale căror variate ciocniri de anvergură

explicau o bună parte din comportamentul suprafeţei planetei.

Sintagma *„deriva continentelor”* a fost eliminată destul de repede, atunci când oamenii au înţeles că întreaga suprafaţă era în mişcare, nu doar continentele, dar a trecut o vreme până să se stabilească un nume pentru aceste segmente. La început, oamenii le-au numit „blocuri de crustă”, alteori „pietre de pavaj”. Abia în 1968, odată cu publicarea unui articol scris de trei seismologi americani în Journal of Geophysical Research, aceste segmente au primit numele sub care sunt cunoscute de atunci încoace: plăci. Acelaşi articol a dat numele noii ştiinţe: tectonica plăcilor.

Vechile idei mor greu şi nu toată lumea s-a grăbit să se lase purtată de fiorul noii teorii. Târziu, prin anii 1970, unul dintre cele mai populare şi mai influente manuale de geologie, The Earth (Pământul), scris de venerabilul Harold Jeffreys, susţinea cu încăpăţânare că plăcile tectonice reprezintă o imposibilitate fizică, la fel ca în prima sa ediţie din 1924. El excludea şi convecţia, şi expansiunea fundului oceanic. Iar în *Basin and Range (Bazin şi lanţ),* publicată în 1980, John McPhee observa că un geolog american din opt încă nu credea în tectonica plăcilor.

Astăzi ştim că suprafaţa Pământului este alcătuită din opt până la zece plăci mari (în funcţie de definiţia lui „mare”) şi circa douăzeci mai mici şi că toate se mişcă în direcţii şi cu viteze diferite. Unele plăci sunt mari şi oarecum inactive, altele sunt mai mici, dar mai energice. Între ele şi masele de pământ aflate deasupra lor există o relaţie pur accidentală. De exemplu, placa nord-americană este mult mai mare decât continentul cu care este asociată. În mare, urmează conturul coastei de vest a continentului (motiv pentru care acolo se află o zonă foarte activă seismic, din cauza ciocnirilor şi prăbuşirilor de la marginea plăcii), dar nu are o corespondenţă cu ţărmul estic, extinzându-se până la jumătatea Atlanticului, la creasta din

mijlocul oceanului. Islanda este frântă la mijloc, de unde rezultă că, tectonic vorbind, este jumătate americană şi jumătate europeană. În schimb, Noua Zeelandă face parte din imensa placă a Oceanului Indian, deşi nu se află nicidecum în apropierea acestuia. Şi tot aşa, cu cele mai multe plăci.

Legăturile dintre masele continentale moderne şi cele din trecut s-au dovedit a fi infinit mai complexe decât şi-ar fi imaginat cineva. După cum s-a constatat, Kazahstanul a fost cândva legat de Norvegia şi de New England. Un colţ din Staten Island, numai un colţ, este european. La fel şi o parte din Terra Nova. Culegeţi o pietricică de pe o plajă din Massachusetts şi gândiţi-vă că cea mai apropiată rudă a ei este acum prin Africa. Munţii din Scoţia şi o bună parte din Scandinavia sunt în esenţă americane. Se crede că o parte din lanţul Shackleton din Antarctica ar fi putut aparţine cândva Apalaşilor din estul Statelor Unite. Pe scurt, rocile se plimbă.

Mişcarea permanentă împiedică plăcile să fuzioneze într-o singură placă imobilă. Presupunând că lucrurile vor continua după un model foarte asemănător cu ceea ce se întâmplă acum, Oceanul Atlantic se va extinde până când, în final, va deveni mult mai mare decât Pacificul. O bună parte din California se va desprinde şi va pluti, devenind un fel de Madagascar al Pacificului. Africa va înainta spre nord, intrând în Europa, sufocând Mediterana până la dispariţie, şi va ridica un lanţ muntos de o măreţie comparabilă cu Himalaya, care se va întinde de la Paris la Calcutta. Australia va coloniza insulele din nordul său şi se va conecta printr-un fel de istm ombilical cu Asia. Acestea vor reprezenta rezultatele viitoare, dar nu evenimente viitoare. Căci evenimentele au loc chiar acum. În timp ce noi citim acest material, continentele plutesc în derivă, precum frunzele pe un lac. Graţie GPS-ului (Sistemul de Poziţionare Globală), putem vedea că Europa şi America de Nord se îndepărtează aproximativ cu viteza cu care ne

cresc unghiile – în medie, cam doi metri în decursul vieţii unui om. Dacă sunteţi dispuşi să aşteptaţi suficient de mult, s-ar putea să mergeţi de la Los Angeles până la San Francisco pe pământ. Doar limitele vieţii umane ne împiedică să apreciem cum se cuvine aceste schimbări. Dacă priviţi globul în orice moment, ceea ce vedeţi reprezintă un stop-cadru al felului în care arată continentele vreme de o zecime din unu la sută din istoria Pământului.

Pământul este singura dintre planetele telurice care are plăci tectonice, iar motivul rămâne un mister. Nu este doar o chestiune de dimensiuni sau de densitate – Venus este aproape geamăna Pământului în aceste privinţe şi totuşi nu are niciun fel de activitate tectonică –, dar poate că noi avem exact materialele potrivite în cantităţile potrivite pentru a menţine Pământul într-o permanentă clocotire mişcătoare. Există părerea – deşi este doar o părere – că plăcile tectonice reprezintă o parte importantă în echilibrul organic al planetei. Fizicianul şi scriitorul James Trefil spunea: „Ar fi greu de crezut că mişcarea permanentă a plăcilor tectonice nu are niciun efect asupra evoluţiei vieţii pe pământ”. El sugerează că modificările induse de plăcile tectonice – ca, de exemplu, schimbările climatice – au reprezentat un impuls important în dezvoltarea inteligenţei. Alţii cred că deplasarea continentelor a determinat cel puţin câteva dintre numeroasele episoade de dispariţie de pe Pământ. În noiembrie 2002, Tony Dickson de la Universitatea Cambridge a întocmit un raport, publicat în jurnalul Science, în care susţine cu convingere că ar putea exista o relaţie între istoria rocilor şi istoria vieţii. Dickson a stabilit că structura chimică a oceanului planetar s-a modificat uneori brusc şi dramatic de-a lungul ultimei jumătăţi de miliard de ani şi că aceste schimbări sunt corelate adesea cu evenimente importante din istoria biologică – enorma explozie de microorganisme care a creat stâncile calcaroase de pe coasta sudică a Angliei,

brusca răspândire a scoicilor în rândul organismelor marine în perioada cambriană şi tot aşa. Nimeni nu poate spune ce anume provoacă schimbările atât de dramatice care apar din când în când în compoziţia chimică a oceanelor, dar deschiderea şi închiderea unor falii oceanice ar putea fi în mod evident un posibil vinovat.

În orice caz, plăcile tectonice au explicat nu numai dinamica suprafeţei Pământului – cum a ajuns străvechiul Hipparion din Franţa în Florida, de exemplu –, ci şi multe dintre acţiunile sale interne. Cutremurele, formarea lanţurilor de insule, ciclul carbonului, localizarea munţilor, apariţia perioadelor glaciare, înseşi originile vieţii – cu greu am putea găsi un aspect care să nu fi fost direct influenţat de această nouă teorie. Aşa cum nota McPhee, geologii s-au trezit în poziţia de a descoperi brusc „că pământul avea o logică în toate”.

Dar numai până la un punct. Distribuţia continentelor în vremurile străvechi este departe de a fi o problemă clarificată, aşa cum îşi imaginează majoritatea celor din afara domeniului geofizicii. Deşi manualele ne oferă reprezentări care par bine fundamentate ale maselor de pământ străvechi, lipindu-le etichete precum Laurasia, Gondwana, Rodinia şi Pangaea, acestea se bazează uneori pe concluzii care nu rezistă unei cercetări mai atente. Aşa cum remarcă George Gaylord Simpson în Fossils and the History of Life (Fosilele şi istoria vieţii), speciile de plante şi animale din lumea străveche au prostul obicei de a apărea pe nepusă masă acolo unde nu ar trebui şi de a nu apărea acolo unde ar trebui.

Trasarea contururilor Gondwanei, cândva un continent maiestuos, care reunea Australia, Africa, Antarctica şi America de Sud, s-a bazat în bună măsură pe răspândirea unui gen de mamifer străvechi numit Glossopteris, care a fost descoperit peste tot pe unde se presupunea că trebuie să existe. Însă mult mai târziu Glossopteris a fost

descoperit şi în părţi ale lumii despre care nu se ştia să fi avut vreo legătură cu Gondwana. Această discrepanţă supărătoare a fost – şi continuă să fie – în mare parte ignorată. În acelaşi fel, o reptilă din triasic, numită listrozaur, a fost descoperită din Antarctica până în Asia, susţinând ideea că a existat o legătură între aceste continente, dar nu a fost găsită nicăieri în America de Sud sau Australia, despre care se crede că au făcut parte din acelaşi continent, cam în aceeaşi perioadă.

De asemenea, există numeroase trăsături ale suprafeţei pe care plăcile tectonice nu le pot explica. De exemplu, Denver: toată lumea ştie că are o înălţime de 1,6 km, dar înălţarea este relativ recentă. Pe când Pământul era plin de dinozauri, Denverul făcea parte din fundul oceanului, la mii de metri adâncime. Şi totuşi, rocile pe care este aşezat Denverul nu sunt scindate sau deformate, aşa cum ar trebui să fie dacă Denverul ar fi fost ridicat prin coliziunea plăcilor şi, oricum, acesta se află prea departe de marginile plăcilor pentru a fi sensibil la acţiunile lor. Este ca şi cum ai împinge marginea unui covor, în speranţa că la celălalt capăt se vor forma cute. În mod misterios, se pare că Denverul s-a ridicat în milioane de ani, precum pâinea dospită. La fel s-a întâmplat cu o bună parte din sudul Africii: o porţiune cu un diametru de 1.600 km s-a ridicat în circa o sută de milioane de ani cu 1,5 km, fără a avea vreo legătură cunoscută cu activitatea tectonică. Australia, în schimb, se înclină şi se scufundă. De-a lungul ultimei sute de milioane de ani, pe măsură ce s-a deplasat spre nord către Asia, marginea sa de înaintare s-a scufundat cu aproape 200 m. Se pare că Indonezia este aceea care se scufundă foarte încet şi târăşte şi Australia cu ea. Nimic din teoria plăcilor tectonice nu poate explica toate acestea.

Alfred Wegener nu a trăit suficient ca să îşi vadă ideile răzbunate. Într-o expediţie în Groenlanda din 1930, chiar în ziua în care împlinea cincizeci de ani, a ieşit de unul singur să verifice un transport de provizii şi nu s-a mai întors. A

fost găsit câteva zile mai târziu, îngheţat. A fost îngropat chiar acolo şi încă se află în acelaşi loc, dar cu circa un metru mai aproape de America de Nord decât în ziua în care a murit.

Nici Einstein nu a trăit suficient ca să vadă că a pariat pe un cal necâştigător. A murit la Princeton, New Jersey, în 1955, înainte ca Charles Hapgood să-şi fi publicat denigrările la adresa teoriilor despre deriva continentelor.

Celălalt pion principal în apariţia teoriei plăcilor tectonice, Harry Hess, se afla tot la Princeton în acea vreme, unde avea să-şi petreacă restul carierei. Unul dintre studenţii săi, un tânăr strălucit pe nume Walter Alvarez, avea să provoace o revoluţie de o cu totul altă natură în lumea ştiinţei.

Cât despre geologie în sine, cataclismele sale abia începuseră, iar cel care a contribuit la declanşarea procesului a fost tânărul Alvarez.

Partea a IV-a
O planetă periculoasă



„Istoria oricărei părţi a Pământului, asemenea vieţii unui soldat, este alcătuită din lungi perioade de plictiseală şi scurte perioade de teroare.”

Derek V. Ager,
geolog britanic

Capitolul 13

Buuuum!

Oamenii ştiau de multă vreme că era ceva ciudat în legătură cu pământul pe care se afla oraşul Manson, Iowa. În 1912, un bărbat care săpa un puţ pentru rezerva de apă

a oraşului a relatat că a adus la suprafaţă o mulţime de roci deformate ciudat – „brecie cristaloclastă cu matrice din topitură” şi „materie ejectată la suprafaţă”, după cum a fost descrisă mai târziu într-un raport oficial. Şi apa era ciudată. Era aproape la fel de moale ca apa de ploaie. Apă moale naturală nu mai fusese descoperită în Iowa niciodată.

Deşi rocile ciudate şi apele delicate din Manson erau o curiozitate, aveau să treacă patruzeci şi unu de ani înainte ca o echipă de la Universitatea din Iowa să reuşească să facă o vizită comunităţii locale, pe atunci, la fel ca acum, un orăşel cu vreo două mii de locuitori din nord-vestul statului. În 1953, după aplicarea câtorva sonde experimentale, geologii de la universitate au căzut de acord că locul era într-adevăr anormal şi au atribuit rocile deformate vreunei activităţi vulcanice vechi, nedetectate. Totul era în conformitate cu concepţia predominantă a acelor zile, dar reprezenta în acelaşi timp o concluzie cum nu se poate mai eronată din punct de vedere geologic.

Trauma din structura geologică de la Manson provenea nu din interiorul Pământului, ci de la o depărtare de cel puţin 160 de milioane de kilometri depărtare de Pământ. Cândva, în trecutul foarte îndepărtat, pe când Manson se afla pe marginea unei mări superficiale, o piatră cu un diametru de circa 2,5 km, cântărind zece miliarde de tone şi călătorind, probabil, cu o viteză de două sute de ori mai mare decât viteza sunetului, a sfâşiat atmosfera şi s-a izbit de Pământ cu o violenţă pe care cu greu ne-o putem imagina. Locul pe care se află acum orăşelul Manson a devenit într-o secundă o groapă de aproape cinci km adâncime, cu un diametru de peste 30 km. Calcarul, care prin alte părţi îi oferă statului Iowa apa sa dură şi mineralizată, a fost distrus şi înlocuit cu impactite, pe care săpătorul uimit le-a adus la suprafaţă în 1912.

Impactul din Manson a fost cel mai mare care a avut loc pe suprafaţa continentală a Statelor Unite. Craterul pe care l-a lăsat în urmă era atât de mare, încât, dacă stăteai pe

una dintre marginile sale, abia îi puteai vedea cealaltă margine într-o zi luminoasă. Pe lângă el, Marele Canion ar părea o ciudăţenie minoră. Din nefericire pentru amatorii de peisaje spectaculoase, două milioane şi jumătate de ani de succedare a straturilor de gheaţă au umplut craterul din Manson până sus cu teren eratic, apoi l-au stratificat şi l-au nivelat frumos, astfel încât în prezent peisajul din Manson şi cel de pe o rază de mulţi kilometri în jurul său sunt la fel de drepte şi de uniforme ca tăblia unei mese. Evident, acesta este motivul pentru care nimeni nu a auzit vreodată de craterul din Manson.

La biblioteca din oraş, oamenii sunt încântaţi să vă arate o colecţie de articole de ziar şi o cutie cu mostre de adâncime dintr-un program de săpături din 1991-1992 – ba chiar se dau peste cap să vi le pună la dispoziţie –, dar trebuie să cereţi în mod expres să le vedeţi. Nu există niciun exponat permanent şi nicăieri în oraş nu se află vreun indicator.

Pentru majoritatea locuitorilor din Manson, cel mai mare eveniment la care au asistat vreodată a fost o tornadă care s-a năpustit pe strada principală în 1979 şi a distrus zona comercială. Unul dintre avantajele unor împrejurimi atât de netede ca în Manson este că pericolul poate fi observat de la mare distanţă. Practic, întregul orăşel s-a adunat la unul dintre capetele străzii principale şi a urmărit vreme de o jumătate de oră cum tornada se apropia de ei, în speranţa că îşi va schimba direcţia, apoi şi-au luat prevăzători tălpăşiţa când au văzut că nu se întâmpla deloc aşa. Patru dintre ei, din nefericire, nu s-au mişcat suficient de repede şi au fost ucişi. În fiecare an, în iunie, Manson găzduieşte un eveniment de o săptămână, numit Zilele Craterului, menit să-i ajute pe oameni să uite nefericita comemorare. Nu are nicio legătură cu craterul. Nimeni nu a găsit vreo cale de a scoate profit de pe urma unui sit de impact care nu se vede.

„Din vreme în vreme, mai vin oameni şi întreabă unde ar trebui să meargă pentru a vedea craterul, iar noi, cu părere de rău, le spunem că nu este nimic de văzut”, spune Anna Schlapkohl, prietenoasa bibliotecară a oraşului. „Aşa că pleacă destul de dezamăgiţi.” Însă majoritatea oamenilor, inclusiv cei din Iowa, nu au auzit niciodată de craterul din Manson. Chiar şi pentru geologi abia dacă valorează cât o notă de subsol. Însă, pentru o scurtă perioadă din anii 1980, Manson a reprezentat cel mai atractiv sit geologic de pe Pământ.

Povestea debutează la începutul anilor 1950, când un tânăr şi strălucit geolog pe nume Eugene Shoemaker a făcut o călătorie la Craterul Meteoritului din Arizona. Astăzi, Craterul Meteoritului este cel mai faimos sit de impact de pe Pământ şi o atracţie turistică populară. Însă în acele zile nu primea prea mulţi vizitatori şi era încă numit Craterul Barringer, după numele unui bogat inginer minier, Daniel M. Barringer, care a ridicat pretenţii de proprietate asupra locului în 1903. Barringer credea că acest crater se formase în urma impactului cu un meteorit de zece milioane de tone, bogat în fier şi nichel, fiind ferm convins că avea să câştige o avere din exploatarea acestora. Fără să-şi dea seama că meteorul şi tot ce exista în el s-ar fi vaporizat la impact, a risipit o avere şi următorii douăzeci şi şase de ani din viaţă săpând tuneluri care nu duceau nicăieri.

După standardele din prezent, cercetarea craterelor, la începutul anilor 1900, era relativ lipsită de fineţe, ca să nu spun mai mult. Unul dintre primii cercetători de vârf, G.K. Gilbert de la Universitatea Columbia, îşi construia modelele pentru efectele impacturilor aruncând bile în recipiente cu orz. (Din motive de care nu am cunoştinţă, Gilbert nu a desfăşurat aceste experimente într-un laborator de la Columbia, ci într-o cameră de hotel.) Cumva, în urma lor, Gilbert a ajuns la concluzia potrivit căreia craterele de pe Lună au fost într-adevăr formate prin impacturi – ea însăşi

o idee destul de radicală pentru acea vreme –, dar cele de pe Pământ nu. Majoritatea cercetătorilor au refuzat să accepte până şi atâta lucru. Pentru ei, craterele de pe Lună erau dovezile unor vulcani străvechi şi nimic mai mult. Puţinele cratere care se mai vedeau pe Pământ (majoritatea fuseseră deja erodate) erau în general atribuite altor cauze sau considerate simple ciudăţenii accidentale.

Până la apariţia lui Shoemaker, toată lumea credea despre Craterul Meteoritului că se formase printr-o explozie subterană de vapori. Shoemaker nu ştia nimic despre exploziile subterane de vapori – nici nu avea cum: aşa ceva nu există –, dar ştia destule despre zonele de explozie. Una dintre primele sale slujbe de după colegiu fusese să studieze inelele de explozie de la Yucca Flats, Nevada, centrul de testări nucleare. El a ajuns, la fel ca Barringer înaintea lui, la concluzia că nimic din Craterul Meteoritului nu sugera vreo activitate vulcanică, dar că exista o distribuţie generoasă de alte materiale – în principal, silice şi magnetite fine, complet anormale –, ceea ce sugera un impact din spaţiu. Intrigat, a început să studieze subiectul în timpul său liber.

Lucrând la început cu colega sa, Eleanor Helin, şi mai târziu cu soţia sa Carolyn şi asociatul său, David Levy, Shoemaker a început o cercetare sistematică a interiorului sistemului solar. Au petrecut câte o săptămână din fiecare lună la Observatorul Palomar din California căutând obiecte, în principal asteroizi, ale căror traiectorii s-ar putea intersecta cu orbita Pământului.

„În momentul în care am început noi, doar ceva mai mult de zece astfel de obiecte fuseseră descoperite în toată istoria observării astronomice”, a povestit Shoemaker câţiva ani mai târziu, într-un interviu televizat. „În mare parte, astronomii secolului XX au abandonat sistemul solar. Atenţia lor s-a îndreptat către stele şi galaxii”, a adăugat el.

Shoemaker şi colegii săi au descoperit că din spaţiu vine un pericol mai mare – cu mult mai mare – decât şi-a imaginat cineva vreodată.

*

Majoritatea oamenilor ştiu că asteroizii sunt obiecte alcătuite din roci care orbitează într-o formaţiune lejeră pe o centură dintre Marte şi Jupiter. În ilustraţii sunt întotdeauna prezentaţi ca şi cum s-ar îngrămădi unii peste alţii, dar în realitate sistemul solar este suficient de spaţios, iar un asteroid mediu se află de fapt la 1,5 km de cel mai apropiat vecin. Nimeni nu ştie, nici măcar cu aproximaţie, câţi asteroizi se rostogolesc prin spaţiu, dar se crede că numărul lor nu poate fi mai mic de un miliard. Se presupune că sunt planete ratate, pe care atracţia gravitaţională destabilizatoare a lui Jupiter le-a împiedicat – şi le împiedică în continuare – să se închege.

Când au fost descoperiţi pentru prima dată, în anii 1800 – primul a fost descoperit în prima zi a secolului de un sicilian pe nume Giuseppe Piazzi – s-a crezut că asteroizii sunt planete, iar primii doi au fost numiţi Ceres şi Pallas. A fost nevoie de câteva deducţii inspirate ale astronomului William Herschel pentru a se ajunge la concluzia că sunt departe de dimensiunile unei planete, fiind mult, mult mai mici. El i-a numit asteroizi – în latină, „ca o stea” –, un nume cam prost ales, deoarece nu seamănă deloc cu stelele. Acum sunt numiţi uneori planetoizi, ceea ce este mai potrivit.

Descoperirea asteroizilor a devenit o activitate populară în anii 1800 şi până la sfârşitul secolului se cunoşteau circa o mie. Problema era că nimeni nu îi înregistra sistematizat. De aceea, până la începutul anilor 1900, de multe ori devenise practic imposibil să-ţi dai seama dacă un asteroid care îşi făcea apariţia era unul nou sau doar unul care fusese descoperit mai devreme şi căruia i se pierduse

urma. Până în acel moment, astrofizica evoluase într-atât, încât prea puţini astronomi erau dispuşi să îşi dedice viaţa unor obiecte atât de triviale precum planetoizii de roci. Numai câţiva, în principal Gerard Kuiper, astronomul de origine olandeză după numele căruia a fost denumită centura de comete Kuiper, au acordat cât de cât un interes sistemului solar. Graţie muncii sale de la Observatorul McDonald din Texas, continuată mai târziu de alţii de la Minor Planet Center din Cincinnati şi de la proiectul Spacewatch din Arizona, a fost treptat organizată o lungă listă de asteroizi pierduţi, astfel încât, la finele secolului XX, un singur asteroid cunoscut nu ieşea la numărătoare – un obiect numit 719 Albert. Văzut pentru ultima dată în octombrie 1911, a fost în sfârşit găsit în 2000, după ce fusese dat dispărut 89 de ani.

Aşadar, din punctul de vedere al cercetării asteroizilor, secolul XX a reprezentat în principal doar un lung exerciţiu de contabilizare. Abia în ultimii ani, astronomii au început să numere şi să cerceteze restul comunităţii de asteroizi. Până în iulie 2001, fuseseră numiţi şi identificaţi 26.000 de asteroizi – iar jumătate dintre aceştia în numai doi ani. Cu până la un miliard de asteroizi de identificat, evident că numărătoarea este abia la început.

Într-un anumit sens, aproape că nici nu contează. Identificarea unui asteroid nu reduce riscul. Chiar dacă pentru fiecare asteroid din sistemul solar am avea un nume şi i-am cunoaşte orbita, nimeni nu ar putea prezice ce perturbaţii l-ar putea trimite pe oricare dintre ei să se izbească de noi. Nu putem prezice perturbaţiile rocilor de la suprafaţa Pământului. Dacă aruncăm aceste roci în derivă în spaţiu, este imposibil de ghicit de ce ar putea fi în stare. Orice asteroid din spaţiu care ne este destinat e foarte probabil să ne fie destinat exclusiv.

Gândiţi-vă la orbita Pământului ca la un fel de şosea pe care noi suntem unicul vehicul, dar care este traversată în mod regulat de numeroşi pietoni ce nu ştiu că trebuie să se

asigure înainte să păşească pe şosea. Cel puţin 90% dintre aceşti pietoni ne sunt în mare parte necunoscuţi. Nu ştim unde trăiesc, în ce fel îşi măsoară ei timpul, cât de des intră pe şoseaua noastră. Tot ce ştim este că la un moment dat, la intervale incerte, se rostogolesc pe drumul pe care noi circulăm cu mai mult de 100.000 km pe oră. După cum spunea Steven Ostro de la Laboratorul Jet Propulsion: „Să presupunem că ar exista un buton pe care l-ai putea apăsa şi ai putea aprinde toţi asteroizii care se intersectează cu Pământul şi care sunt mai mari de zece metri: pe cer ar apărea peste o sută de milioane de astfel de obiecte”. Pe scurt, am vedea nu circa două mii de stele pâlpâitoare îndepărtate, ci milioane şi milioane de obiecte mai apropiate, aflate într-o mişcare aleatorie – „şi fiecare are capacitatea de a intra în coliziune cu pământul, fiecare se mişcă pe o traiectorie uşor diferită pe cer, la intervale diferite. Ar fi o imagine înspăimântătoare”. Ei bine, puteţi să vă înspăimântaţi, pentru că exact aşa stau lucrurile. Doar că nu le vedem noi.

În ansamblu, se crede – deşi este doar o bănuială bazată pe extrapolări ale densităţii craterelor de pe Lună – că circa două mii de asteroizi suficient de mari pentru a pune în pericol întreaga lume civilizată se întrepătrund în mod regulat cu orbita noastră. Dar chiar şi un asteroid mic – de mărimea unei case, să zicem – ar putea distruge un oraş. Numărul celor care se intersectează cu orbita Pământului se ridică aproape sigur la sute de mii şi poate chiar milioane, fiind aproape imposibil de urmărit.

Primul a fost localizat abia în 1991, şi numai după ce ne depăşise. Numit 1991 BA, el a fost observat pe când trecea pe lângă noi la o distanţă de 170.000 km – echivalentul în termeni cosmici al unui glonţ care trece prin mânecă, fără să atingă braţul. Doi ani mai târziu, un alt asteroid, ceva mai mare, ne-a ratat cu 145.000 km – cea mai apropiată trecere înregistrată până acum. Nici acesta nu a fost observat până când nu a trecut, aşa că ne-ar fi luat prin

surprindere. Timothy Ferris scria în The New Yorker că asemenea rateuri la distanţă foarte mică se întâmplă de două sau trei ori pe săptămână şi trec neobservate.

Un obiect cu diametrul de o sută de metri nu ar putea fi observat de niciun telescop de pe Pământ până când nu s-ar afla la numai câteva zile de noi, şi aceasta numai dacă telescopul ar fi din întâmplare concentrat asupra sa, lucru puţin probabil, deoarece chiar şi acum numărul celor care caută astfel de obiecte este modest. De cele mai multe ori, este invocată o analogie surprinzătoare: numărul oamenilor din lume care caută efectiv asteroizi este mai mic decât personalul standard al unui restaurant McDonald's (acum este ceva mai mare, dar nu cu mult).

În vreme ce Gene Shoemaker încerca să tragă semnalul de alarmă în legătură cu potenţialele pericole existente în interiorul sistemului solar, o altă noutate – fără o legătură aparentă – se dezvăluia tăcută în Italia, prin munca unui tânăr geolog de la Laboratorul Lamont Doherty de la Universitatea Columbia. La începutul anilor 1970, Walter Alvarez făcea cercetări pe teren într-un defileu cunoscut drept pasul Bottaccione, în apropiere de orăşelul de deal Gubbio din Umbria, când i-a trezit curiozitatea o bandă subţire de argilă roşcată care despărţea două straturi străvechi de piatră calcaroasă – unul din cretacic, altul din terţiar. Acesta este un punct cunoscut geologilor drept graniţa KT[34] şi marchează momentul de acum 65 de milioane de ani în care dinozaurii şi aproape jumătate dintre celelalte specii de animale din lume au dispărut din istoria fosilelor. Alvarez s-a întrebat ce avea atât de special stratul subţire de argilă de numai şase centimetri, încât explica un moment atât de dramatic din istoria Pământului.

În acel moment, opinia convenţională despre dispariţia dinozaurilor era aceeaşi cu cea din zilele lui Charles Lyell, din urmă cu un secol – anume că dinozaurii dispăruseră de-

a lungul a milioane de ani. Dar îngustimea stratului de argilă sugera în mod evident că, în Umbria cel puţin, dacă nu şi prin alte părţi, se petrecuse ceva mai brusc. Din nefericire, în anii 1970 nu existau teste care să determine în cât timp s-ar fi putut acumula acel depozit.

Dacă ar fi urmat modelele tradiţionale, Alvarez ar fi fost aproape sigur nevoit să abandoneze cercetările; dar, din fericire, el avea o legătură extraordinară cu cineva din afara disciplinei sale, care putea să îl ajute: tatăl său, Luis. Luis Alvarez era un eminent fizician, specialist în fizica nucleară; câştigase Premiul Nobel pentru fizică în deceniul anterior. Nutrise întotdeauna un uşor dispreţ faţă de pasiunea fiului său pentru roci, dar această problemă l-a intrigat. I-a trecut prin minte că răspunsul s-ar putea găsi în praful cosmic.

În fiecare an, Pământul acumulează circa 30.000 de tone de „sferule cosmice" – mai pe înţelesul tuturor, praf cosmic –, ceea ce ar însemna mult, dacă le-am aduna într-o grămadă, dar sunt infinitezimale dacă se răspândesc pe întreg globul. În acest strat subţire de praf se găsesc împrăştiate elemente exotice, care nu se află în mod normal pe Pământ. Printre acestea se află elementul iridiu, de o mie de ori mai abundent în spaţiu decât în scoarţa Pământului (deoarece se presupune că majoritatea iridiului de pe Pământ s-a scufundat în nucleu atunci când planeta era tânără).

Luis Alvarez ştia că unul dintre colegii săi de la Laboratorul Lawrence Berkeley din California, Frank Asaro, perfecţionase o tehnică de măsurare foarte exactă a compoziţiei chimice a argilelor, folosind un proces numit metoda activării în detecţia neutronilor. Aceasta presupunea bombardarea mostrelor cu neutroni într-un mic reactor nuclear şi numărarea atentă a razelor gamma emise; o muncă extrem de minuţioasă. Asaro folosise anterior tehnica pentru a analiza fragmente de ceramică, dar Alvarez s-a gândit că, dacă măsurau cantitatea unuia

dintre elementele exotice din mostrele de sol aduse de fiul său şi le comparau cu rata anuală de depunere, aveau să afle cât timp durase formarea acestor mostre. Într-o după-amiază de octombrie din 1977, Luis şi Walter Alvarez i-au făcut o vizită lui Asaro şi l-au întrebat dacă ar fi dispus să îi ajute cu testele necesare.

Era o propunere hazardată. Îi cereau lui Asaro să depună luni întregi de efort pentru măsurători dintre cele mai epuizante ale unor eşantioane geologice, numai pentru a confirma ceva ce părea evident de la bun început: că stratul subţire de argilă se formase exact atât de rapid pe cât sugera îngustimea lui. Sigur este faptul că nimeni nu se aştepta ca acest studiu să ducă la vreo descoperire dramatică.

Asaro îşi aminteşte într-un interviu din 2002: „Da, amândoi erau încântători şi foarte convingători. Mi s-a părut o provocare interesantă, aşa că am acceptat să încerc. Din nefericire, aveam multe alte lucrări începute, de aceea au trecut opt luni până m-am apucat”. Şi-a consultat notiţele din acea perioadă. „La 21 iunie 1978, ora 13:45, am pus o mostră în detector. A mers 224 de minute şi am văzut că obţineam rezultate interesante, aşa că ne-am oprit şi le-am cercetat.”

Rezultatele au fost atât de neaşteptate, încât, la început, cei trei oameni de ştiinţă au crezut că nu pot fi decât greşite. Cantitatea de iridiu din eşantionul lui Alvarez era de trei sute de ori peste nivelurile normale – cu mult peste aşteptările lor. În următoarele luni, Asaro şi colega sa, Helen Michel, au lucrat în reprize de până la treizeci de ore („Dacă începeai, nu te puteai opri”, explică Asaro), analizând mostre, mereu cu aceleaşi rezultate. Testele efectuate pe alte mostre – din Danemarca, Spania, Franţa, Noua Zeelandă, Antarctica – au arătat că depozitul de iridiu era foarte ridicat peste tot în lume, uneori până la de cinci sute de ori peste nivelurile normale. Era clar că acest exces

neaşteptat fusese produs de ceva important, brusc şi probabil cataclismic.

După o îndelungă cugetare, cei doi Alvarez au ajuns la concluzia că cea mai plauzibilă explicaţie – plauzibilă pentru ei, în orice caz – era aceea că Pământul fusese lovit de un asteroid sau de o cometă.

Ideea că Pământul ar putea fi supus unor impacturi devastatoare din când în când nu era atât de nouă pe cât se sugerează uneori acum. Încă din 1942, un astrofizician pe nume Ralph B. Baldwin, de la Universitatea Northwestern, sugerase această posibilitate într-un articol din revista *Popular Astronomy.* (Şi-a publicat articolul acolo, deoarece niciun editor de publicaţii academice nu fusese dispus să-i acorde spaţiu.) Şi cel puţin doi oameni de ştiinţă cunoscuţi, astronomul Ernst Öpik şi chimistul laureat al Premiului Nobel Harold Urey, îşi arătaseră susţinerea faţă de această noţiune în repetate rânduri. Nici printre paleontologi nu era necunoscută. În 1956, un profesor de la Oregon State University, M.W. de Laubenfels, anticipase chiar teoria lui Alvarez într-un articol din *Journal of Paleontology*, sugerând că dinozaurii ar fi putut primi o lovitură fatală în urma unui impact din spaţiu, iar în 1970 preşedintele Societăţii Paleontologice Americane, Dewey J. McLaren, a propus la conferinţa anuală a grupului posibilitatea ca un impact extraterestru să fi cauzat un eveniment mai timpuriu, cunoscut sub numele de dispariţia frasniană.

Ca pentru a sublinia cât de noninovatoare devenise ideea până în acel moment, o companie de la Hollywood chiar a produs în 1979 un film numit Meteoritul („E mare de opt kilometri... vine cu peste treizeci de kilometri pe secundă şi nu ai unde să te ascunzi din calea lui!”), avându-i în rolurile principale pe Henry Fonda, Natalie Wood, Karl Malden şi o piatră foarte mare.

De aceea, în prima săptămână a anului 1980, la o întrunire a Asociaţiei Americane pentru Dezvoltarea Ştiinţei, când cei doi Alvarez şi-au anunţat convingerea că

dispariţia dinozaurilor nu avusese loc de-a lungul mai multor milioane de ani, ca parte a vreunui proces lent şi inexorabil, ci brusc, printr-un unic eveniment exploziv, anunţul nu ar fi trebuit să provoace vreun şoc.

Dar nu a fost aşa. Peste tot, dar mai ales în lumea paleontologiei, a fost primit ca o erezie revoltătoare.

„Trebuie să ne amintim”, povesteşte Asaro, „că noi eram nişte amatori în domeniu. Walter era geolog specializat în paleomagnetism, Luis era fizician, iar eu lucram în chimia nucleară. Şi veneam să le spunem paleontologilor că noi rezolvaserăm o problemă care lor le scăpa de mai bine de un secol. Nu-i aşa o surpriză că nu au primit ideea cu braţele deschise de la început”. Luis Alvarez glumea: „Am fost prinşi practicând geologia fără licenţă”.

Dar teoria impactului conducea la ceva mai profund şi mai intrinsec revoltător. Convingerea că procesele terestre aveau loc treptat stătuse la baza istoriei naturale de pe vremea lui Lyell. În 1980 catastrofismul dispăruse complet din gândire de atâta vreme, încât devenise practic de neconceput. Pentru majoritatea geologilor, ideea unui impact devastator era „împotriva religiei lor ştiinţifice”, după cum scria Eugene Shoemaker.

Nu a ajutat nici faptul că Luis Alvarez se arăta, fără nicio reţinere, dispreţuitor faţă de paleontologi şi contribuţia lor la cunoaşterea ştiinţifică. „Chiar nu sunt nişte oameni de ştiinţă prea buni. Seamănă mai mult cu nişte colecţionari de timbre”, scria el în The New York Times, într-un articol care încă este considerat muşcător.

Oponenţii teoriei lui Alvarez au oferit numeroase explicaţii alternative pentru depozitele de iridiu – de exemplu, că au fost generate de erupţii vulcanice prelungite din India, numite Deccan Traps (trap provine de la cuvântul suedez care descrie un tip de lavă; Deccan este numele de astăzi al regiunii) –, şi, mai presus de orice, au insistat că nu există nicio dovadă a dispariţiei bruşte a dinozaurilor din istoria fosilelor la graniţa iridiului. Unul

dintre cei mai încrâncenaţi oponenţi era Charles Officer de la Dartmouth College. El a insistat că iridiul se depozitase în urma activităţii vulcanice, chiar dacă, în acelaşi timp, într-un interviu pentru un ziar, recunoştea că nu are niciun fel de dovadă pentru aceasta. Chiar şi în 1988, mai bine de jumătate din paleontologii americani chestionaţi într-un studiu continuau să creadă că dispariţia dinozaurilor nu era în niciun fel legată de impactul vreunui asteroid sau al vreunei comete.

Le lipsea singurul lucru care ar fi susţinut în mod evident teoria celor doi Alvarez: un sit al unui impact. În scenă intră Eugene Shoemaker. Shoemaker avea o cunoştinţă în Iowa – nora lui preda la Universitatea din Iowa – şi, în plus, era familiarizat cu craterul din Manson prin propriile studii. Graţie lui, toţi ochii s-au îndreptat acum spre Iowa.

***

Geologia este o profesie care variază de la un loc la altul. În Iowa, un stat banal şi neinteresant din punctul de vedere al straturilor de roci, ea este în general liniştită, prin comparaţie cu alte locuri. Nu există vârfuri alpine sau gheţari ascuţiţi, nu sunt mari zăcăminte de petrol sau de metale preţioase şi nicio urmă de flux piroclastic. Dacă eşti geolog angajat de statul Iowa, o mare parte din activitate o reprezintă evaluarea Planurilor de Management al Îngrăşămintelor, pe care toţi „operatorii de spaţii pentru animale” – pe înţelesul tuturor, crescătorii de porci – din acest stat trebuie să le depună periodic. În statul Iowa există cincisprezece milioane de porci, aşa că trebuie dispersată o cantitate serioasă de îngrăşământ. Şi nici prin cap nu-mi trece să fac glume – este o muncă importantă şi înălţătoare; menţine apa din Iowa curată –, dar, cu toată bunăvoinţa din lume, nu se compară nici pe departe cu evitarea bombelor de lavă de pe muntele Pinatubo sau cu căţăratul pe crăpăturile din gheţarii din Groenlanda în

căutarea unor cuarţuri care să conţină urme de viaţă străveche. Aşa că ne putem imagina foarte bine valul de încântare care a străbătut Departamentul de Resurse Naturale din Iowa când, la mijlocul anilor 1980, atenţia lumii geologice s-a concentrat asupra Mansonului şi a craterului său.

Trowbridge Hall din Iowa City este un morman de cărămizi roşii de la începutul secolului care adăposteşte Departamentul de Ştiinţe ale Pământului din cadrul Universităţii din Iowa şi – undeva sus, într-un fel de mansardă – pe geologii de la Departamentul de Resurse Naturale. Nimeni nu-şi aminteşte când, şi cu atât mai puţin de ce, geologii statului au fost adunaţi laolaltă într-o instituţie academică, dar îţi face impresia că spaţiul le-a fost cedat în duşmănie, deoarece birourile sunt înghesuite, cu tavanele joase şi nu foarte accesibile. Când eşti condus într-acolo, ai impresia că vei fi scos pe o cornişă şi invitat să te strecori înăuntru pe fereastră.

Ray Anderson şi Brian Witzke şi-au petrecut acolo sus întreaga viaţă profesională, în mijlocul mormanelor dezordonate de hârtii, jurnale, planuri făcute sul şi specimene robuste de pietre (geologii nu duc niciodată lipsă de prespapieruri). Este genul de spaţiu în care, dacă vrei să găseşti ceva – un scaun în plus, o ceaşcă de cafea, un telefon care sună –, trebuie să muţi mormane de documente dintr-un loc în altul.

— Deodată, ne-am trezit în mijlocul acţiunii, mi-a spus Anderson, luminându-se sub ecoul amintirii, când l-am întâlnit, alături de Witzke, în birourile lor, într-o dimineaţă ploioasă şi mohorâtă de iunie. Au fost momente minunate.

L-am întrebat despre Gene Shoemaker, un om ce pare să fi fost universal respectat.

— Era un tip extraordinar, a răspuns Witzke fără ezitare. Dacă nu ar fi fost el, întregul proiect nu ar fi demarat niciodată. Chiar şi cu sprijinul lui, a fost nevoie de doi ani pentru a-l urni şi a-l pune pe picioare. Excavarea este o

treabă costisitoare – pe atunci, peste o sută de dolari metrul, acum chiar mai mult, iar noi aveam nevoie să coborâm aproape un kilometru în adâncime.

— Uneori chiar mai mult de atât, a adăugat Anderson.

— Uneori chiar mai mult de atât, a fost de acord şi Witzke. Şi în locuri diferite. Aşa că era vorba de o grămadă de bani. Cu siguranţă mai mulţi decât ne-ar fi permis bugetul nostru.

Aşa că s-a format o colaborare între Comisia de Supraveghere Geologică din Iowa şi Comisia de Supraveghere Geologică SUA.

— Cel puţin aşa credeam noi, că este o colaborare, a spus Anderson afişând un mic zâmbet chinuit.

— A fost o experienţă educativă pentru noi, a continuat Witzke. În acea perioadă, ştiinţa punea în circulaţie o grămadă de inexactităţi – oamenii se grăbeau să vină cu rezultate care nu întotdeauna rezistau unei cercetări mai atente.

Unul dintre acele momente s-a petrecut la întâlnirea anuală a Uniunii Geofizice Americane din 1985, când Glenn Izett şi C.L. Pillmore de la Institutul de Geologie al Statelor Unite au anunţat că, în opinia lor, craterul din Manson avea vârsta potrivită unei legături cu dispariţia dinozaurilor. Declaraţia a atras o mare atenţie din partea presei, dar, din nefericire, era prematură. O examinare mai atentă a datelor a arătat că Manson nu era doar prea mic, ci şi cu nouă milioane de ani prea vechi.

Prima dată când Anderson sau Witzke au aflat de această piedică în carierele lor a fost atunci când au ajuns la o conferinţă în Dakota de Sud şi au văzut că oamenii vin spre ei cu priviri compătimitoare şi le spun: „Am auzit că v-aţi pierdut craterul”. Pentru ei era o noutate faptul că Izett şi ceilalţi cercetători de la IGSU tocmai anunţaseră cifre revizuite care dezvăluiau că, în cele din urmă, craterul din Manson nu putea avea nicio legătură cu dispariţia dinozaurilor.

— A fost năucitor, îşi aminteşte Anderson. Adică aveam acţiunea asta, care era foarte importantă, şi apoi, brusc, nu mai era nimic. Dar cel mai rău a fost să ne dăm seama că oamenii cu care credeam că avem o colaborare nu s-au obosit să ne împărtăşească descoperirile lor.

— De ce nu?

A ridicat din umeri.

— Cine ştie? Oricum, a fost o demonstraţie destul de grăitoare pentru cât de neplăcută poate deveni ştiinţa atunci când jocurile se fac la un anumit nivel.

Căutările au continuat prin alte părţi. Din întâmplare, în 1990 unul dintre cercetătorii de la Universitatea din Arizona, Alan Hildebrand, s-a întâlnit cu un reporter de la Houston Chronicle care ştia despre formaţiunea extinsă şi inexplicabilă în formă de inel, largă de 193 km şi adâncă de 48 km, de sub Peninsula Yucatán din Mexic, la Chicxulub, în apropiere de oraşul Progreso, la circa 950 km sud de New Orleans. Formaţiunea fusese descoperită de compania petrolieră mexicană Pemex în 1952 – întâmplător, anul în care Gene Shoemaker vizitase pentru prima dată Craterul Meteoritului din Arizona –, dar geologii companiei ajunseseră la concluzia că era de origine vulcanică, în conformitate cu direcţia predominantă de gândire a acelor zile. Hildebrand a vizitat situl şi a decis destul de rapid că îşi găsiseră craterul. Până la începutul lui 1991, se stabilise că Chicxulub era punctul de impact şi aproape toată lumea părea să se declare mulţumită.

Totuşi, mulţi oameni încă nu înţelegeau exact ce putea face un impact. Stephen Jay Gould îşi aminteşte într-unul din eseurile sale: „Îmi amintesc că, iniţial, aveam dubii serioase în legătură cu eficacitatea unui astfel de eveniment... De ce un obiect cu un diametru de aproape zece kilometri ar trebui să provoace un asemenea dezastru pe o planetă cu un diametru de aproape treisprezece mii?”.

În ajutor le-a sărit un test natural aplicat teoriei la puţin timp după aceea, când soţii Shoemaker şi Levy au

descoperit cometa Shoemaker-Levy 9, care, după cum au observat la scurt timp, se îndrepta către Jupiter. Pentru prima dată, oamenii urmau să fie martorii unei coliziuni cosmice şi să o cerceteze atent, graţie noului telescop spaţial Hubble. Potrivit lui Curtis Peebles, majoritatea astronomilor nu se aşteptau la prea mult, deoarece cometa nu era o sferă compactă, ci un fascicul de douăzeci şi unu de fragmente. Unul dintre aceşti astronomi scria: „Senzaţia mea este că Jupiter va înghiţi aceste comete fără măcar să râgâie”. Cu o săptămână înainte de impact, în Nature a apărut un articol, „Se apropie marea sfârâială”, care prezicea că impactul nu avea să fie mai spectaculos decât o ploaie de meteoriţi.

Impacturile au început la 16 iulie 1994, au continuat timp de o săptămână şi au fost cu mult mai mari decât se aştepta toată lumea, poate cu excepţia lui Gene Shoemaker. Un fragment, cunoscut sub numele de Nucleul G, a lovit cu forţa a şase milioane de megatone – de şaptezeci şi cinci de ori mai mare decât a tuturor armelor nucleare existente. Nucleul G nu avea decât dimensiunile unui mic munte, dar a lăsat pe suprafaţa lui Jupiter urme de mărimea Pământului. A fost ultima lovitură dată detractorilor teoriei Alvarez.

Luis Alvarez nu a aflat de descoperirea craterului de la Chicxulub sau de cometa Shoemaker-Levy, pentru că a murit în 1988. Şi Shoemaker a murit de timpuriu. La a treia aniversare a coliziunii de pe Jupiter, el şi soţia sa se aflau în deşertul australian, unde se duceau în fiecare an în căutarea unor puncte de impact. Pe un drum din deşertul Tanami – în mod normal, unul dintre cele mai pustii locuri de pe Pământ – au ajuns în dreptul unei mici înălţimi chiar în momentul în care, din sens invers, se apropia un alt vehicul. Shoemaker a fost ucis pe loc, iar soţia sa rănită. O parte din cenuşa sa a fost trimisă pe Lună la bordul navei spaţiale Lunar Prospector. Restul a fost împrăştiat în Craterul Meteoritului.

*

Anderson şi Witzke nu mai aveau craterul care ucisese dinozaurii, „dar încă aveam cel mai mare şi mai bine conservat crater de impact din partea continentală a SUA”, a spus Anderson. (Este nevoie de puţină măiestrie verbală pentru a menţine statutul de superlativ al craterului din Manson; alte cratere sunt mai mari – în principal, Chesapeake Bay, recunoscut ca punct de impact în 1994 –, dar sunt fie departe de continent, fie deformate.)

— Chicxulub este îngropat sub doi sau trei kilometri de calcar şi în mare parte dincolo de ţărm, motiv pentru care este greu de studiat, a continuat Anderson, în vreme ce Manson este chiar foarte accesibil. Şi tocmai pentru că este îngropat, s-a păstrat relativ bine prin comparaţie.

I-am întrebat cât timp am avea la dispoziţie dacă o bucată de rocă asemănătoare s-ar îndrepta astăzi către noi.

— Probabil că deloc, a spus Anderson evaziv. Nu ar fi vizibilă cu ochiul liber până când nu s-ar încălzi, iar aceasta nu s-ar întâmpla decât când ar intra în atmosferă, ceea ce înseamnă cu o secundă înainte să lovească Pământul. Vorbim despre ceva care se mişcă de multe zeci de ori mai repede decât cel mai rapid glonţ. Dacă nu a fost observat de cineva cu un telescop, iar aceasta este greu de presupus că se va întâmpla, ne ia complet pe nepregătite.

Forţa cu care loveşte un obiect de impact depinde de o mulţime de variabile – unghiul de lovire, viteza şi traiectoria, dacă este o coliziune frontală sau laterală, masa şi densitatea obiectului de impact, între multe altele –, dar nu putem afla niciuna dintre acestea la atâtea milioane de ani după impact. Ceea ce pot face cercetătorii – iar Anderson şi Witzke au şi făcut – este să măsoare situl impactului şi să calculeze cantitatea de energie eliberată. Pornind de la aceasta, ei pot crea scenarii plauzibile despre cum s-au petrecut lucrurile – sau, mai înfricoşător, cum s-ar petrece, dacă s-ar întâmpla aşa ceva acum.

Un asteroid sau o cometă care călătoreşte cu viteze cosmice ar intra în atmosfera Pământului cu o asemenea viteză, încât aerul nu s-ar putea da la o parte şi ar fi comprimat ca într-o pompă de bicicletă. După cum ştie oricine a folosit o asemenea pompă, aerul comprimat se încălzeşte rapid, iar temperatura ar ajunge până la 60.000 de grade Kelvin sau de zece ori temperatura de pe suprafaţa Soarelui. În aceeaşi secundă a intrării sale în atmosfera noastră, totul în calea meteorului – oameni, case, fabrici, maşini – s-ar strânge şi ar dispărea, topindu-se asemenea celofanului pus la flacără.

La o secundă după intrarea în atmosferă, meteoritul s-ar izbi de suprafaţa Pământului în locul în care oamenii din Manson, cu doar un moment înainte, îşi vedeau de treburile lor. Meteoritul însuşi s-ar vaporiza pe loc, dar izbitura ar arunca în aer o mie de kilometri cubi de rocă, pământ şi gaze supraîncălzite. Orice fiinţă vie de pe o rază de două sute cincizeci de kilometri care nu a fost ucisă de căldura din momentul intrării în atmosferă ar fi acum ucisă de suflul exploziei. Unda iniţială de şoc, radiind spre exterior aproape cu viteza luminii, ar mătura totul în cale.

Pentru cei din afara zonei de devastare imediată, prima străfulgerare a catastrofei ar fi ca o strălucire de lumină orbitoare – mai aprinsă decât tot ce a văzut ochiul uman vreodată –, urmată de un tablou apocaliptic de o inimaginabilă grandoare, la cel mult un minut sau două distanţă: un zid fremătător de întuneric, înălţându-se spre cer, umplând orizontul şi călătorind cu mii de kilometri pe oră. Se apropie într-o tăcere asurzitoare, ca un film rămas brusc fără sonor; se mişcă mult mai repede decât viteza sunetului. O persoană aflată într-o clădire înaltă din Omaha sau Des Moines, de exemplu, care s-ar uita din întâmplare în direcţia corectă ar vedea un năucitor văl, ca o furtună, urmat de neantul instantaneu.

În doar câteva minute, pe o arie întinzându-se de la Denver la Detroit şi cuprinzând ceea ce va fi fost cândva

Chicago, St. Louis, Kansas City, Oraşele Gemene[35] – pe scurt, întregul Midwest –, aproape orice obiect vertical ar fi făcut una cu pământul sau ar arde în flăcări şi aproape toate fiinţele vii ar fi moarte. Oamenii de pe o rază de până la 1.500 km ar fi smulşi de pe loc şi făcuţi bucăţi sau striviţi de o avalanşă de proiectile zburătoare. Dincolo de limita celor 1.500 km, devastările exploziei s-ar diminua treptat.

Dar aceasta este doar unda de şoc iniţială. Nu putem decât presupune care ar fi pagubele colaterale, dincolo de aprecierea că ar fi teribile şi globale. Impactul ar declanşa aproape sigur o serie de cutremure devastatoare. Vulcanii de pe întreg globul ar începe să se zgâlţâie şi să scuipe foc. Tsunamiuri s-ar ridica vuind şi ar porni ucigătoare spre ţărmuri îndepărtate. În mai puţin de o oră, un nor de întuneric ar acoperi pământul, iar roca în flăcări şi celelalte deşeuri ar cădea în rafale pretutindeni, presărând planeta cu scântei. S-a estimat că cel puţin un miliard şi jumătate de oameni ar muri înainte de finalul primei zile. Pagubele masive provocate ionosferei ar distruge sistemele de comunicaţii de peste tot, iar supravieţuitorii nu ar avea nici cea mai vagă idee ce se întâmplă prin alte părţi şi încotro să se îndrepte. Aproape că nici nu ar conta, după cum spunea un comentator, „fuga ar însemna doar să alegi o moarte lentă în locul uneia rapide. Numărul morţilor ar fi foarte puţin influenţat de orice posibil efort de deplasare, întrucât capacitatea Pământului de a susţine viaţa ar fi universal diminuată”.

Cantitatea de funingine şi cenuşă din atmosferă rezultată în urma impactului şi a incendiilor inevitabile cu siguranţă ar întuneca vederea soarelui câteva luni sau ani, întrerupând ciclurile de creştere. În 2001 cercetătorii de la California Institute of Technology au analizat izotopii de heliu din sedimente rămase de la impactul KT întârziat şi au ajuns la concluzia că a afectat clima Pământului timp de circa zece mii de ani. Ea a fost folosită ca dovadă în

sprijinul ideii că dispariţia dinozaurilor a fost bruscă şi dramatică – şi chiar aşa a fost, în termeni geologici. Noi putem doar să presupunem dacă şi cât de bine ar face faţă umanitatea unui astfel de eveniment.

În orice caz, nu uitaţi că aşa ceva ar putea cădea pe neanunţate, din senin.

Dar să presupunem că am vedea obiectul venind: ce am face? Toată lumea crede că am trimite un focos nuclear şi l-am împrăştia în fărâme. Însă ideea pune câteva probleme. În primul rând, după cum remarca John S. Lewis, rachetele noastre nu sunt concepute pentru acţiune în spaţiu. Nu au forţa necesară pentru a depăşi gravitaţia Pământului şi, chiar dacă ar avea-o, nu există mecanisme care să le ghideze prin zeci de milioane de kilometri de spaţiu. Cât despre trimiterea unei nave cu nişte cowboy spaţiali care să ne rezolve problema, ca în filmul Armageddon, nici nu se pune problema; noi nu mai avem nici măcar o rachetă suficient de puternică pentru a trimite oamenii până pe Lună. Ultima rachetă care a putut face acest lucru, Saturn 5, a fost retrasă cu ani în urmă şi nu a mai fost înlocuită. În plus, nici nu am putea construi rapid una nouă, deoarece, stupefacţie!, planurile pentru lansatoarele lui Saturn au fost distruse într-o curăţenie de primăvară de la NASA.

Şi chiar dacă am reuşi cumva să tragem cu un focos în asteroid şi să-l facem bucăţele, sunt mari şanse să îl transformăm într-o serie de pietroaie care ar cădea unul după altul peste noi, cam în felul în care a căzut cometa Shoemaker-Levy pe Jupiter – cu diferenţa că acum pietroaiele ar fi puternic radioactive. Tom Gehrels, un vânător de asteroizi de la University of Arizona, consideră că niciun avertisment de un an nu ar fi probabil suficient pentru a întreprinde acţiunile necesare. Şansele cele mai mari sunt să nu vedem nimic – nici măcar o cometă – până când nu ar fi la circa şase luni depărtare, adică mult prea târziu. Shoemaker-Levy 9 a orbitat în jurul lui Jupiter într-o

manieră destul de suspectă începând cu 1929, dar a trecut mai mult de jumătate de secol până s-o observe cineva.

Întrucât aceste lucruri sunt atât de greu de calculat şi trebuie să includă marje de eroare atât de semnificative, chiar dacă am şti că un obiect se îndreaptă către noi, nu am putea şti până aproape de deznodământ – ultimele două săptămâni, în orice caz – dacă ciocnirea este sigură sau nu. În cea mai mare parte a timpului în care obiectul s-ar apropia de noi, ne-am afla într-un fel de con de nesiguranţă. Ar fi însă cele mai interesante luni din istoria lumii. Şi imaginaţi-vă ce petrecere s-ar încinge dacă ar trece fără să ne atingă.

— Cât de des are loc ceva asemănător impactului de la Manson? i-am întrebat pe Anderson şi pe Witzke înainte să plec.

— Cam o dată la un milion de ani, mi-a răspuns Witzke.

— Şi nu uita, acesta a fost un eveniment relativ minor. Ai idee câte dispariţii de specii au fost asociate cu impactul de la Manson? a adăugat Anderson.

— Habar n-am, am spus eu.

— Niciuna, mi-a replicat el cu un ciudat aer de satisfacţie. Nici măcar una.

Fireşte, au adăugat Witzke şi Anderson în grabă şi aproape la unison, o bună parte a Pământului va fi fost devastată, aşa cum am descris mai sus, şi pe sute de kilometri în jurul zonei zero totul a fost anihilat. Dar viaţa este tenace, iar atunci când fumul s-a împrăştiat, au rămas suficienţi supravieţuitori norocoşi, din fiecare specie, pentru ca niciuna să nu piară definitiv.

Vestea cea bună este, aparent, că speciile nu dispar chiar atât de uşor. Vestea proastă este că nu te poţi încrede niciodată orbeşte în vestea bună. Şi mai rău este faptul că nu avem nevoie să căutăm în spaţiu pericolul nimicitor. După cum vom vedea în continuare, Pământul ne poate asigura pericole suficient de mari.

Capitolul 14

Focul din adâncuri

În vara lui 1971, un tânăr geolog pe nume Mike Voorhies făcea cercetări pe un teren agricol mănos din estul Nebraskăi, nu departe de orăşelul Orchard, unde crescuse. Trecând pe lângă o viroagă mai abruptă, a observat o strălucire ciudată în desişul de deasupra şi s-a căţărat până acolo să vadă despre ce era vorba. A găsit craniul perfect conservat al unui rinocer tânăr adus la suprafaţă şi curăţat de ploile torenţiale recente.

Câţiva metri mai în spate se afla unul dintre cele mai extraordinare depozite de fosile descoperite vreodată în America de Nord, după cum avea să se dovedească: bazinul unei ape, acum secat, care servise drept groapă comună pentru zeci de animale – rinoceri, cai asemănători zebrelor, căprioare cu dinţi sabie, cămile, ţestoase. Toate muriseră în urma unui cataclism misterios cu aproape douăsprezece milioane de ani în urmă, într-o vreme cunoscută în geologie drept miocen. Pe atunci, Nebraska se afla pe o câmpie vastă şi fierbinte, foarte asemănătoare cu Serengeti din Africa de astăzi. Animalele fuseseră descoperite îngropate sub un strat de cenuşă vulcanică de până la trei metri adâncime. Partea interesantă era că în Nebraska nu au existat niciodată vulcani.

Astăzi, locul descoperirii lui Voorhies este numit Ashfall Fossil Beds State Park (Parcul Naţional al Depozitelor Fosile de la Ashfall). E dotat cu un centru pentru vizitatori şi cu un muzeu, noi-nouţe şi foarte cochete, cu exponate atent selectate din geologia Nebraskăi şi din istoria depozitelor de fosile. Centrul are un laborator prevăzut cu un perete de sticlă, prin care vizitatorii îi pot urmări pe paleontologi curăţând oasele. În dimineaţa în care am trecut eu pe acolo, în laborator lucra un singur individ, grizonant, cu o faţă veselă, îmbrăcat într-o cămaşă

albastră, pe care l-am recunoscut ca fiind Mike Voorhies dintr-un documentar de pe BBC, Horizon, în care apăruse şi el. La Ashfall Fossil Beds State Park nu ajunge un număr prea mare de vizitatori – este cam în mijlocul pustietăţii –, iar Voorhies s-a arătat încântat să-mi fie ghid. M-a dus în locul în care făcuse descoperirea, deasupra unei vâlcele, la aproximativ şase metri înălţime.

— N-ar fi avut nicio noimă să cauţi oase pe aici, mi-a spus el fericit. Dar eu nu căutam oase. Pe atunci aveam în cap să întocmesc o hartă geologică a estului Nebraskăi şi nu făceam decât să mă învârt prin locurile astea. Dacă nu aş fi urcat până deasupra acestei vâlcele sau dacă ploaia nu ar fi adus la suprafaţă craniul, aş fi trecut liniştit mai departe şi nu s-ar fi descoperit nimic niciodată.

Mi-a arătat un intrând acoperit din apropiere, care devenise principalul loc de excavaţii. Acolo fuseseră descoperite, zăcând de-a valma, circa două sute de animale.

L-am întrebat de ce credea că nu avea nicio noimă să cauţi oase pe acolo.

— Păi, atunci când cauţi oase, ai nevoie de roci descoperite. De aceea paleontologia se face mai ales în locuri calde şi uscate. Asta nu înseamnă că acolo există mai multe oase. Doar că acolo ai şanse mai mari să le vezi – şi, cu un gest larg, arătând spre vasta prerie monotonă, a continuat. Într-un loc ca acesta, nici nu ştii de unde să începi. S-ar putea afla lucruri minunate, dar nu avem niciun fel de indicii de suprafaţă care să ne arate de unde să pornim.

La început, s-a crezut că animalele fuseseră îngropate de vii, iar Voorhies chiar declarase acest lucru într-un articol din 1981, în National Geographic.

— Articolul a botezat locul „un Pompei al animalelor preistorice”, mi-a spus el, o alegere destul de nefericită, deoarece imediat după aceea ne-am dat seama că animalele nu muriseră deloc brusc. Toate sufereau de ceva

numit osteodistrofie pulmonară hipertrofică, ceva de care te îmbolnăveşti dacă respiri cenuşă abrazivă în exces – şi probabil că ele au înghiţit din belşug, deoarece cenuşa era groasă de câţiva metri pe o întindere de sute de kilometri.

A luat de jos un bulgăre de ţărână cenuşie, care aducea cu argila, şi mi l-a sfărâmat în mână. Era ca o pulbere, doar că mai grunjoasă.

— Cam neplăcut, dacă trebuie să respiri aşa ceva, a continuat el, pentru că este foarte fină, dar o simţi destul de acut. În orice caz, se pare că au ajuns în acest ochi de apă căutând puţină alinare şi au murit în suferinţă. Cenuşa probabil că a distrus totul. A îngropat toată iarba şi a acoperit fiecare frunză, iar apa a devenit un mâl gri, imposibil de băut. Probabil că nu a fost deloc uşor.

Documentarul Horizon sugerase că existenţa unei cantităţi atât de mari de cenuşă în Nebraska era surprinzătoare. În realitate, enormele depozite de cenuşă din Nebraska erau cunoscute de foarte multă vreme. De aproape un secol, erau exploatate pentru a fabrica prafuri menajere de curăţat, precum Comet sau Ajax. Surprinzător era, în schimb, faptul că nimeni nu se gândise vreodată să cerceteze de unde provenea toată cenuşa aceea.

— Mi-e cam jenă să-ţi mărturisesc, mi-a spus Voorhies cu un zâmbet fugar, că prima dată m-am gândit la asta când m-a întrebat un redactor de la National Geographic de unde provine cenuşa, iar eu a trebuit să-i spun că nu ştiu. De fapt, nimeni nu ştia.

Voorhies le-a trimis mostre colegilor din tot vestul Statelor Unite, întrebându-i dacă recunosc în vreun fel materialul. Câteva luni mai târziu, un geolog pe nume Bill Bonnichsen, de la Institutul Geologic Idaho a luat legătura cu el, informându-l că cenuşa se potrivea cu un strat vulcanic dintr-un loc numit Bruneau-Jarbidge din sud-vestul statului Idaho. Evenimentul care ucisese animalele de câmpie din Nebraska fusese o explozie vulcanică de dimensiuni pe care nimeni nu şi le închipuise vreodată, dar

suficient de mare pentru a lăsa în urmă un strat de cenuşă de trei metri adâncime la o mie şase sute de kilometri depărtare, în estul Nebraskăi. S-a dovedit că sub vestul Statelor Unite se afla un enorm cazan de magmă, un colosal centru de activitate vulcanică, ce erupea, provocând cataclisme cam la fiecare 600.000 de ani. Ultima mare erupţie de acest fel a avut loc cu puţin peste 600.000 de ani în urmă. Punctul nevralgic se află încă acolo. Astăzi îl numim Parcul Naţional Yellowstone.

Ştim uimitor de puţine lucruri despre ceea ce se întâmplă chiar sub picioarele noastre. Este remarcabil să ne gândim că Ford construieşte maşini şi comisiile Nobel acordă premii de mai multă vreme de când ştim că Pământul are un nucleu. Şi, fireşte, a trecut mai puţin de o generaţie de când ne-am obişnuit cu ideea că toate continentele se mişcă pe suprafaţa planetei precum nuferii pe apă. „Oricât de ciudat ar părea”, scria Richard Feynman, „înţelegem distribuţia materiei în interiorul Soarelui mult mai bine decât înţelegem interiorul pământului”.

Distanţa de la suprafaţa Pământului până în mijlocul lui este de 6.370 km, ceea ce nu înseamnă prea mult. S-a calculat că, dacă s-ar săpa un puţ până în centrul lui şi s-ar arunca o cărămidă în el, aceasta ar ajunge la fund în numai patruzeci şi cinci de minute (numai că, în acel moment, nu ar mai avea nicio greutate, deoarece întreaga gravitaţie a Pământului s-ar afla deasupra şi în jurul ei, şi nu dedesubt). Încercările noastre de a pătrunde către centrul Pământului au fost modeste. Una sau două mine aurifere din Africa de Sud ajung până la o adâncime de peste trei kilometri, dar majoritatea minelor nu merg mai mult de 400 m în adâncime. Dacă planeta ar fi un măr, până acum nu am fi reuşit să trecem nici măcar de coajă. De fapt, până acolo mai avem cale lungă.

Până cu aproape un secol în urmă, cele mai informate minţi ştiinţifice ştiau despre interiorul Pământului cam tot atâtea câte ştia un miner dintr-o exploatare de cărbune: că puteai săpa prin sol o vreme, după care dădeai de rocă, şi asta era tot. Apoi, în 1906, un geolog irlandez pe nume R.D. Oldham, în timp ce examina nişte date seismografice ale unui cutremur din Guatemala, a remarcat că anumite unde de şoc pătrunseseră adânc în interiorul Pământului şi apoi ricoşaseră într-un unghi, de parcă s-ar fi lovit de o barieră. Din asta a dedus el că Pământul are un nucleu. Trei ani mai târziu, un seismolog croat pe nume Andrija Mohorovičić studia graficele unui cutremur din Zagreb, când a remarcat o respingere similară, la fel de ciudată, dar la un nivel mai apropiat de suprafaţă. El descoperise graniţa dintre scoarţă şi stratul imediat inferior, mantaua; această zonă este cunoscută de atunci încoace sub numele de discontinuitatea Mohorovičić – sau Moho, mai pe scurt.

Începeam să căpătăm o idee vagă despre interiorul stratificat al Pământului – dar să reţinem că era foarte vagă. Abia în 1936, un cercetător danez pe nume Inge Lehmann, care studia înregistrările seismografice ale cutremurelor din Noua Zeelandă, a descoperit că în realitate existau două nuclee – unul interior, despre care acum credem că ar fi solid, şi unul exterior (cel pe care îl detectase Oldham), despre care se crede că este lichid şi că ar fi sursa magnetismului.

Şi, cam în acelaşi timp în care Lehmann detalia cunoştinţele noastre elementare despre interiorul Pământului studiind undele seismice ale cutremurelor de pământ, doi geologi de la Caltech, din California, inventau o cale de a face comparaţii între un cutremur şi altul. Cei doi erau Charles Richter şi Beno Gutenberg, deşi, din motive care nu au nimic de-a face cu etica, scara a devenit aproape imediat cunoscută numai cu numele lui Richter. (Motivele nu aveau de-a face nici cu Richter, de altfel. Un personaj modest, acesta nu s-a referit niciodată la scară

folosind propriul nume, ci întotdeauna a numit-o „scara de magnitudine”.)

Scara Richter a fost dintotdeauna înţeleasă anapoda de necunoscători; poate în prezent nu într-o măsură atât de mare ca în zilele sale de început, când vizitatorii veneau adesea în biroul lui Richter şi îi cereau să vadă faimoasa scară, crezând că este vreun fel de maşinărie. Evident că scara este mai mult o idee decât un obiect, o unitate de măsură arbitrară a zgâlţâielilor Pământului, bazată pe măsurători făcute de la suprafaţă. Intensitatea măsurată creşte exponenţial, astfel încât un cutremur de 7,3 este de cincizeci de ori mai puternic decât un cutremur de 6,3 şi de două mii cinci sute de ori mai puternic decât unul de 5,3.

Teoretic, cel puţin, nu există o limită superioară până la care poate ajunge un cutremur – şi, de altfel, nici una inferioară. Scara este pur şi simplu o unitate de măsură a forţei, dar nu spune nimic despre daunele provocate. Un cutremur de magnitudine 7, care are loc la mare adâncime în manta – să spunem, la 650 km adâncime –, s-ar putea să nu producă niciun fel de pagube la suprafaţă, în vreme ce unul cu mult mai mic, dar care are loc la şase sau şapte kilometri sub suprafaţă ar putea produce adevărate devastări pe zone întinse. Depinde, de asemenea, foarte mult şi de natura subsolului, de durata zgâlţâielii, de frecvenţa şi intensitatea replicilor şi de structura fizică a zonei afectate. Aceasta înseamnă că cele mai de temut cutremure nu sunt neapărat cele mai puternice, deşi forţa are, evident, un cuvânt greu de spus.

Cel mai mare cutremur de pământ de la inventarea scării a fost (în funcţie de sursa pe care preferaţi să o credeţi) fie unul cu epicentrul în Prince William Sound, în Alaska, din martie 1964, care a avut 9,2 grade pe scara Richter, fie unul din Oceanul Pacific, pe lângă coasta chiliană, din 1960, care iniţial a fost înregistrat cu o magnitudine de 8,6, iar apoi reîncadrat de unele autorităţi în materie (inclusiv US Geological Survey) până la enorma cifră de 9,5. După

cum puteţi deduce, măsurarea cutremurelor nu este o ştiinţă exactă, mai ales când se bazează pe interpretarea unor date din locuri îndepărtate. În orice caz, ambele cutremure au fost foarte puternice. Cutremurul din 1960 nu numai că a produs pagube extinse de-a lungul coastei Americii de Sud, dar a şi declanşat un tsunami gigantic, care s-a rostogolit aproape 10.000 km prin Pacific şi a măturat aproape întregul centru al oraşului Hilo din Hawaii, distrugând 500 de clădiri şi făcând 60 de victime. Talazuri asemănătoare au luat ca tribut şi alte vieţi omeneşti, pe distanţe considerabile, până în Japonia şi Filipine.

Însă, în privinţa amplorii distrugerilor propriu-zise, probabil că cel mai intens cutremur din istoria cunoscută nouă a fost cel care a lovit – şi practic a făcut praf – Lisabona, în Portugalia, de Sărbătoarea Tuturor Sfinţilor (1 noiembrie), în 1755. Cu puţin înainte de ora zece dimineaţa, oraşul a fost lovit de o zdruncinătură laterală, acum estimată la o magnitudine de 9, şi apoi scuturat sălbatic vreme de şapte minute. Când, în sfârşit, mişcarea a încetat, supravieţuitorii au respirat uşuraţi vreme de numai trei minute, înainte să-i lovească al doilea şoc, doar cu puţin mai blând decât primul. O a treia şi ultimă replică a urmat după două ore. Forţa convulsivă a fost atât de mare, încât apa a ieşit din portul oraşului şi s-a întors deasupra lui într-un val de peste 15 m, pentru a agrava dezastrul. La finalul întregului cataclism, muriseră 60.000 de oameni şi absolut toate clădirile pe o rază de mulţi kilometri se preschimbaseră în mormane de moloz. Prin comparaţie, cutremurul din San Francisco din 1906 a fost estimat la 7,8 pe scara Richter şi a durat mai puţin de treizeci de secunde.

Cutremurele de pământ sunt destul de frecvente. În medie, în fiecare zi, undeva pe glob au loc două cutremure de magnitudine 2 sau mai mare, suficient cât să zdruncine

zdravăn pe oricine se află prin preajmă. Deşi au tendinţa să se adune în unele locuri – în principal, în jurul marginilor Pacificului –, ele pot apărea aproape oriunde. În Statele Unite, numai Florida, estul Texasului şi nordul Midwestului par – până acum – să fie aproape complet imune. New England a cunoscut două cutremure de 6 sau mai mult în ultimii două sute de ani. În aprilie 2002, regiunea a trecut printr-o scuturătură de 5,1 magnitudine într-un cutremur din apropiere de Lake Champlain, de la graniţa dintre New York şi Vermont, provocând daune locale extinse şi (sunt martor) aruncând tablourile de pe pereţi sau copiii din pătuţuri chiar şi în New Hampshire.

Cele mai frecvente tipuri de cutremure sunt cele în care se ciocnesc două plăci, cum este cazul în California, de-a lungul faliei San Andreas. Cum plăcile se împing una în cealaltă, tensiunea creşte până când una dintre ele cedează. În general, cu cât intervalul dintre cutremure este mai mare, cu atât presiunea creşte, măsurându-se şi probabilitatea unei scuturături zdravene. Motiv de îngrijorare deosebită pentru Tokyo, pe care Bill McGuire, specialist în cataclisme la University College London, îl descrie drept „oraşul care aşteaptă să moară” (un motto pe care nu-l veţi găsi prin broşurile prea multor agenţii turistice). Tokyo se află la punctul de întâlnire a trei plăci tectonice, într-o ţară deja bine-cunoscută pentru instabilitatea sa seismică. În 1995, după cum vă amintiţi, oraşul Kobe, la aproape 500 km vest, a fost lovit de un cutremur cu magnitudinea 7,2, care a ucis 6.394 de persoane. Dezastrul a fost estimat la 99 de miliarde de dolari. Dar acesta a fost o nimica toată – mă rog, oarecum – în comparaţie cu ce s-ar putea întâmpla la Tokyo.

Tokyo a suferit deja unul dintre cele mai devastatoare cutremure din timpurile moderne. La 1 septembrie 1923, chiar înainte de prânz, oraşul a fost lovit de cutremurul cunoscut sub numele de Marele Kanto – un eveniment de zece ori mai puternic decât cutremurul din Kobe. Au fost

ucişi 200.000 de oameni. De atunci încoace, Tokyo a fost liniştit, o linişte care îţi dă fiori, pentru că tensiunea de sub pământ se tot adună de peste optzeci de ani. În cele din urmă, ea va trebui să erupă. În 1923, Tokyo avea o populaţie de circa trei milioane. Astăzi, se apropie de treizeci de milioane. Nimeni nu-şi doreşte să anticipeze cam câţi oameni ar muri, dar potenţialele costuri economice au fost evaluate la aproximativ şapte trilioane de dolari.

Chiar mai supărătoare, pentru că sunt mai puţin înţelese şi pot apărea oriunde, în orice moment, sunt mişcările mai rare cunoscute drept cutremure din mijlocul plăcilor. Acestea au loc departe de margini, de aceea sunt complet imprevizibile. Şi, pentru că vin de la o adâncime mult mai mare, au tendinţa să se propage pe arii mult mai largi. Cele mai cunoscute astfel de cutremure care au lovit vreodată Statele Unite au fost într-o serie de trei, în New Madrid, din statul Missouri, în iarna 1811-1812. Aventura a început la 16 decembrie, imediat după miezul nopţii, când locuitorii au fost treziţi mai întâi de zgomotul făcut de animalele de la ferme, panicate (neliniştea animalelor de dinaintea cutremurelor nu este doar o poveste, ci un fapt dovedit, doar că rămas neînţeles), şi apoi de un zgomot puternic, ca de ruptură, din interiorul Pământului. Când au ieşit din case, localnicii au văzut că pământul se rostogoleşte în valuri înalte de până la un metru şi se deschide în fisuri de mai mulţi metri adâncime. Aerul era îmbibat cu un miros greu de sulf. Scuturătura a durat patru minute, provocând efecte devastatoare, după cum era de aşteptat, asupra proprietăţilor. Printre martori se număra artistul John James Audubon, care se afla întâmplător în acea zonă. Cutremurul a radiat în exterior cu o asemenea forţă, încât a dărâmat coşurile de pe casele din Cincinnati, la peste 600 km depărtare, şi, potrivit unei relatări, „a distrus bărcile din porturile de pe coasta de est şi... chiar a dărâmat schelele ridicate în jurul clădirii Capitoliului din

Washington, D.C.”. Pe 23 ianuarie şi 4 februarie au urmat alte cutremure de magnitudini similare. De atunci încoace, New Madrid este liniştit – dar deloc surprinzător, de vreme ce astfel de episoade nu au fost observate de două ori în acelaşi loc. Din câte ştim noi, sunt la fel de aleatorii ca şi fulgerele. Următorul ar putea fi sub Chicago, Paris sau Kinshasa. Nimeni nu poate nici măcar încerca să ghicească. Dar ce anume provoacă aceste rupturi masive din interiorul plăcilor? Ceva din adâncul Pământului. Mai mult de atât nu ştim.

Până prin anii 1960, frustrarea cercetătorilor faţă de puţinătatea datelor despre interiorul Pământului crescuse suficient de mult, încât aceştia să se hotărască să încerce să facă ceva în această direcţie. Mai exact, le-a venit ideea să sape prin bazinul oceanic (scoarţa continentală fiind prea groasă) spre discontinuitatea Moho şi să extragă o bucată din mantaua Pământului, pentru a o examina în voie. Logica era că, dacă ar putea înţelege natura rocilor din interiorul Pământului, ar putea începe să înţeleagă şi cum interacţionează acestea şi, astfel, chiar să prezică cutremurele şi alte evenimente neplăcute.

Inevitabil, proiectul a fost botezat Groapa Moho şi a reprezentat un dezastru aproape complet. Sperau să coboare o maşină printr-un strat de peste 4.000 m de apă din Oceanul Pacific, lângă coasta Mexicului, şi să sape aproximativ 5 km printr-o crustă de rocă relativ subţire. Să încerci să forezi în ape deschise, de pe o navă, este, după formularea unui oceanograf, „ca şi cum ai încerca să sapi o groapă în trotuarul din New York de pe acoperişul zgârie-noriului Empire State Building folosind o macaroană”. Toate încercările au eşuat. Maximul la care au ajuns a fost de aproximativ 180 m. Groapa Moho a devenit cunoscută sub numele de Groapa-către-nicăieri. În 1966, exasperat de costurile tot mai mari şi de lipsa rezultatelor, Congresul a pus capăt proiectului.

Patru ani mai târziu, cercetătorii sovietici au decis să îşi încerce şi ei norocul pe pământ uscat. Au ales un loc din Peninsula Kola, în Rusia, în apropiere de graniţa finlandeză, şi au pornit la lucru în speranţa că vor săpa până la o adâncime de 15 km. Munca s-a dovedit mai grea decât îşi închipuiseră, dar sovieticii dădeau dovadă de o tenacitate demnă de toată lauda. Când au renunţat, într-un final, după nouăsprezece ani, săpaseră până la adâncimea de 12.262 m. Şi să nu uităm că scoarţa Pământului reprezintă numai circa 0,3% din volumul planetei şi că groapa din Kola nu a străpuns nici măcar până la o treime din scoarţă, aşa că suntem departe de a pretinde că am cucerit interiorul planetei.

Dar, dincolo de dimensiunile modeste ale gropii, aproape tot ce a dezvăluit aceasta i-a surprins pe cercetători. Studiile pe baza undelor seismice îi determinaseră să prezică, şi chiar cu destulă certitudine, că aveau să descopere roci sedimentare până la circa 4,7 km adâncime, urmate de granit pe următorii 2,3 km şi bazalt de acolo în jos. În realitate, stratul sedimentar s-a dovedit a fi cu 50% mai adânc decât cel anticipat, iar stratul de bazalt nu a fost găsit deloc. În plus, atmosfera de acolo, de jos, era cu mult mai caldă decât se aşteptase cineva: 180 °C la 10 km adâncime, aproape de două ori peste nivelul prevăzut. Cel mai surprinzător era faptul că roca din adâncime era saturată de apă – ceva ce nu se credea a fi posibil.

Întrucât nu putem vedea prin pământ, trebuie să folosim alte tehnici, care înseamnă în principal interpretarea undelor ce trec prin interior, pentru a afla ce se petrece acolo. Ştim câte ceva despre manta din cunoştinţele despre filoanele de kimberlit, în care se formează diamantele. În adâncul pământului are loc o explozie care trimite un proiectil de magmă spre suprafaţă cu viteze supersonice. Evenimentul are loc absolut aleatoriu. O conductă de kimberlit ar putea erupe sub grădina dumneavoastră chiar în timp ce citiţi aceste rânduri. Întrucât urcă de la

asemenea adâncimi – de până la 200 km –, exploziile aduc spre suprafaţă tot felul de materiale care, în mod normal, nu se găsesc la suprafaţă sau aproape de ea: o rocă numită peridotit, cristale de olivină şi, din vreme în vreme, cam la o explozie dintr-o sută, diamante. În proiectilele trimise la suprafaţă din expulzările de kimberlit urcă o cantitate mare de carbon, dar cea mai mare parte este vaporizat sau se transformă în grafit. Se întâmplă extrem de rar ca o mână de kimberlit aruncat la viteza potrivită şi răcit cu rapiditatea necesară să devină diamant. Un astfel de filon a transformat Johannesburgul în cel mai productiv centru de exploatare a diamantelor din lume, dar ar putea exista altele, chiar mai mari, despre care să nu ştim. Geologii ştiu că undeva în nord-estul Indianei există dovezi despre un filon sau un grup de filoane care ar putea fi colosale. Diamante de până la douăzeci de carate sau mai mult au fost descoperite prin diverse locuri din întreaga regiune. Dar nimeni nu a găsit sursa. După cum notează John McPhee, ar putea fi îngropate sub depozite glaciare, precum Craterul din Manson, Iowa, sau sub Marile Lacuri.

Şi atunci, cât ştim despre ceea ce se află în interiorul Pământului? Foarte puţin. În general, cercetătorii au căzut de acord că lumea de sub noi este alcătuită din patru straturi – o scoarţă exterioară de rocă, o manta de rocă fierbinte, vâscoasă, un nucleu exterior lichid şi un nucleu interior solid[36]. Ştim că la suprafaţă domină silicaţii, care sunt destul de uşori şi deci insuficienţi pentru a explica densitatea generală a planetei. Prin urmare, trebuie să existe materiale mai grele în interior. Ştim că, pentru a genera câmpul nostru magnetic, undeva, în interior, trebuie să existe o centură concentrată de elemente metalice în stare lichidă. Acest lucru este aproape universal acceptat. Aproape orice altceva – cum interacţionează straturile, ce

le face să se comporte aşa cum se comportă, ce vor face în viitor – este cel puţin incert, dacă nu aproape necunoscut.

Chiar şi partea pe care o putem vedea, scoarţa, constituie un subiect de dezbatere destul de aprinsă. Aproape toate textele de geologie spun că scoarţa continentală este groasă de 5 până la 10 km sub oceane, de circa 40 km sub continente şi de 65 până la 95 km sub marile lanţuri muntoase, dar aceste generalizări ascund numeroase variabile. Scoarţa de sub Munţii Sierra Nevada, de exemplu, este groasă de numai 30 până la 40 km şi nimeni nu ştie de ce. După toate legile geofizicii, Sierra Nevada ar trebui să se scufunde ca şi cum s-ar afla pe nisipuri mişcătoare (iar unii chiar cred că se scufundă).

Întrebările legate de când şi cum şi-a format Pământul scoarţa împart geologii în două tabere mari: cei care cred că s-a întâmplat brusc, la începutul istoriei Pământului, şi cei care cred că s-a întâmplat treptat şi relativ târziu. Intensitatea sentimentelor atinge cote înalte în jurul acestor probleme. Richard Armstrong de la Yale a propus în anii 1960 o teorie a apariţiei bruşte timpurii, apoi şi-a petrecut întreaga carieră certându-se cu cei care nu erau de acord cu el. A murit de cancer în 1991, dar cu puţin timp înainte să moară „s-a dezlănţuit împotriva criticilor săi într-o polemică apărută într-o publicaţie de ştiinţele Pământului din Australia, în care îi acuza de perpetuarea unor mituri”, potrivit unei relatări din revista Earth din 1998. „A murit cu amărăciune în suflet”, declara un coleg.

Scoarţa şi partea superioară a mantalei sunt numite împreună litosferă (de la cuvântul grecesc lithos, care înseamnă „piatră”), care la rândul ei pluteşte deasupra unui strat de rocă mai moale, numit astenosferă (de la cuvintele greceşti care înseamnă „fără forţă”), dar astfel de denumiri nu sunt niciodată pe deplin relevante. Dacă spui că litosfera pluteşte deasupra astenosferei, induci o măsură de lejeritate care nu este tocmai corectă. În acelaşi fel, este

greşit să crezi că rocile plutesc aşa cum ştim noi că plutesc materialele pe orice suprafaţă. Rocile sunt vâscoase, dar numai în sensul în care spunem şi despre sticlă că este vâscoasă. Poate că nu se vede, dar toată sticla de pe Pământ este trasă în jos sub presiunea neobosită a gravitaţiei. Dacă scoateţi un panou de sticlă foarte veche din fereastra unei catedrale europene, veţi vedea cu ochiul liber că este mai groasă la bază decât la vârf[37]. Despre acest gen de „plutire” vorbim. Limba mică a unui ceas se mişcă de circa zece mii de ori mai repede decât „plutesc” rocile din manta.

Mişcările nu au loc doar lateral, aşa cum se mişcă plăcile pe suprafaţă, ci şi vertical, rocile ridicându-se şi coborând prin procesul de amestecare cunoscut drept convecţie. Convecţia, ca proces, a fost dedusă pentru prima dată de către excentricul conte Von Rumford la finele secolului al XVIII-lea. Şase ani mai târziu, un vicar englez pe nume Osmond Fisher a prezis că interiorul Pământului ar putea fi suficient de fluid pentru ca substanţa sa să se mişte, dar a fost nevoie de foarte mult timp pentru ca această idee să îşi câştige adepţi.

În jurul lui 1970, când şi-au dat seama cam cât de agitată este viaţa în adâncuri, geofizicienii au resimţit un adevărat şoc. În cartea sa Naked Earth: The New Geophysics (Pământul nud: noua geofizică), Shawna Vogel scria: „A fost ca şi cum cercetătorii şi-ar fi petrecut decenii descoperind straturile atmosferei Pământului – troposfera, stratosfera etc. – şi apoi, brusc, şi-ar fi dat seama că există vântul”.

De atunci încoace, se tot derulează controversa legată de adâncimea procesului de convecţie. Unii spun că începe la o adâncime de 650 km, alţii, după 3.000 km. James Trefil a observat că problema provine din faptul că „există două seturi de date, din două discipline diferite, iar reconcilierea între cele două este imposibilă”. Geochimiştii spun că anumite elemente de pe suprafaţa planetei nu pot proveni

din mantaua superioară, deci trebuie să vină din interiorul Pământului. Prin urmare, este evident că materialele din mantaua superioară şi inferioară se amestecă măcar ocazional. Seismologii susţin că nu există dovezi care să ateste această teză.

Deci tot ce putem afirma este că, în drumul spre centrul Pământului, într-un punct oarecum greu de precizat, părăsim astenosfera şi ne cufundăm în mantaua pură. Dacă ţinem seama că aceasta reprezintă 82% din volumul Pământului şi 65% din masa lui, atunci mantaua nu se bucură de prea multă atenţie, în mare parte deoarece lucrurile care îi interesează pe cercetătorii Pământului, şi pe cititori în general, au loc fie mai în profunzime (ca în cazul magnetismului), fie mai aproape de suprafaţă (ca în cazul cutremurelor). Ştim că, la o adâncime de aproximativ 150 km, mantaua este formată în principal dintr-un tip de rocă numită peridotită, dar nu este prea sigur cu ce sunt umpluţi următorii 2.650 km. Potrivit unei relatări din Nature, se pare că nu este peridotită. Mai mult de atât nu ştim.

Sub manta se află cele două nuclee, unul solid, în interior, şi unul lichid, în exterior. Este de la sine înţeles că tot ce ştim noi despre natura acestor nuclee sunt cunoştinţe indirecte, dar cercetătorii pot propune ipoteze în limite rezonabile. Ei ştiu că presiunea din centrul Pământului este suficient de mare – de peste trei milioane de ori mai mare decât presiunile de la suprafaţă – pentru a solidifica orice rocă lichidă. De asemenea, ştiu din istoria Pământului (între alte indicii) că nucleul interior ştie foarte bine să-şi conserve căldura. Deşi este doar o bănuială, se crede că, în peste patru miliarde de ani, temperatura nucleului nu a scăzut cu mai mult de 110°C. Nimeni nu ştie exact cât de fierbinte este nucleul Pământului, dar estimările se încadrează între peste 4.000°C şi peste 7.000°C – cam la fel de fierbinte ca suprafaţa Soarelui.

Nucleul exterior este, în multe privinţe, şi mai puţin înţeles, deşi toată lumea acceptă că este fluid şi că acolo îşi are originea magnetismul. Teoria a fost expusă de E. C. Bullard de la Universitatea Cambridge în 1949 şi susţine că această parte fluidă a nucleului Pământului se învârte într-un fel care seamănă cu un motor electric, creând câmpul magnetic al planetei. Se presupune că fluidele de convecţie din Pământ acţionează oarecum asemănător curentului în fire. Nu se ştie ce se întâmplă exact, dar se crede că are legătură cu faptul că nucleul este lichid şi se învârte. Corpurile care nu au un nucleu lichid – Luna şi Marte, de exemplu – nu au nici magnetism.

Ştim că acest câmp magnetic al Pământului îşi modifică forţa din când în când: în vremea dinozaurilor, era de până la trei ori mai puternic decât acum. Ştim de asemenea că se inversează la fiecare 500.000 de ani, cu aproximaţie, deşi aceste aproximări au un grad enorm de imprevizibilitate. Ultima inversare a avut loc acum circa 750.000 de ani. Uneori stă cuminte milioane de ani – se pare că cel mai lung interval a fost de 37 de milioane de ani – şi alteori s-a inversat şi după numai 20.000 de ani. În total, în ultima sută de milioane de ani, s-a inversat de circa două sute de ori şi nu avem nici cea mai vagă idee de ce. Aceasta a fost numită „cea mai importantă întrebare fără răspuns din geologie".

Am putea trece printr-o inversare chiar acum. Câmpul magnetic al Pământului s-a diminuat, poate, cu până la şase procente numai în ultimul secol. Orice scădere a magnetismului este o veste proastă, deoarece câmpul magnetic, pe lângă că ţine listele lipite de frigider şi ne îndreaptă acul busolei în direcţia corectă, joacă un rol vital în conservarea vieţii. Spaţiul este plin de raze cosmice periculoase care ne-ar sfâşia trupurile, transformând cea mai mare parte a ADN-ului nostru în zdrenţe inutile, dacă nu ar exista protecţia câmpului magnetic. Când acesta intră în acţiune, razele sunt mânate departe de suprafaţa

Pământului, în două zone sigure pentru noi din spaţiul apropiat, numite centurile Van Allen. De asemenea, ele interacţionează cu particulele din atmosfera înaltă, creând vălurile magice de lumină numite aurore.

O bună parte din ignoranţa noastră se datorează efortului insuficient de a coordona ceea ce se întâmplă la suprafaţa Pământului cu ceea ce se petrece în interior. Shawna Vogel spunea: „Geologii şi geofizicienii rareori participă la aceleaşi întâlniri sau colaborează pe probleme comune”.

Poate că cel mai bine ne dăm seama de lacunele noastre în înţelegerea dinamicii Pământului atunci când suntem luaţi pe nepregătite de izbucnirile sale şi mi-e greu să mă gândesc la un semnal de alarmă mai bun în privinţa limitelor cunoştinţelor noastre decât erupţia muntelui St Helens din Statul Washington din 1980.

În acel moment, cele patruzeci şi opt de state ale Uniunii aflate mai la sud nu mai văzuseră o erupţie vulcanică de peste şaizeci şi cinci de ani. Prin urmare, majoritatea vulcanologilor guvernului, chemaţi să monitorizeze şi să prognozeze comportamentul muntelui St Helens, văzuseră vulcani în acţiune numai în Hawaii, ceea ce, după cum s-a dovedit, erau două lucruri complet diferite.

St Helens şi-a început bubuiturile ameninţătoare la 20 martie. În mai puţin de o săptămână, arunca magmă până la o sută de ori pe zi, e drept, în cantităţi modeste, şi era permanent scuturat de cutremure. Locuitorii au fost evacuaţi la o distanţă de 13 km, considerată sigură. Pe măsură ce muntele era tot mai zgomotos, St Helens a devenit o atracţie turistică pentru întreaga lume. Ziarele ofereau informări zilnice despre cele mai bune locuri pentru o privelişte deosebită. Echipele de televiziune zburau în repetate rânduri cu elicopterele spre vârf, ba chiar puteai vedea oameni care urcau pe munte. Într-o zi, peste şaptezeci de elicoptere şi aeronave uşoare au survolat vârful. Dar pe măsură ce treceau zilele, iar

scuturăturile nu se transformau într-o scenă dramatică, lumea a început să-şi piardă răbdarea şi a ajuns la concluzia generală că vulcanul nu avea să explodeze până la urmă.

La 19 aprilie, versantul nordic al muntelui a început să se umfle în mod curios. Şi mai neînţeles este faptul că nicio persoană cu autoritate nu a observat că aceasta semnala în mod evident o explozie laterală. Seismologii şi-au bazat orbeşte concluziile pe comportamentul vulcanilor din Hawaii, care nu explodează lateral. Aproape singura persoană care a crezut că s-ar putea să se întâmple ceva foarte rău a fost Jack Hyde, profesor de geologie la un colegiu de stat din Tacoma. Acesta a indicat că St Helens nu avea un con deschis, ca vulcanii din Hawaii, astfel că presiunea care se acumula înăuntru trebuia să se elibereze la un moment dat violent şi, probabil, catastrofal. Însă Hyde nu făcea parte din echipa oficială, iar observaţiile sale nu au fost luate în considerare.

Cu toţii ştim ce s-a întâmplat în continuare. La ora 8:32, într-o dimineaţă de duminică, pe 18 mai, partea nordică a vulcanului s-a prăbuşit, trimiţând o enormă avalanşă de pământ şi rocă în jos, pe coasta muntelui, cu aproape 250 km pe oră. A fost cea mai mare alunecare de teren din istoria omenirii şi a aruncat suficient material cât să îngroape întregul Manhattan până la o adâncime de 120 m. Coasta muntelui era deja subţiată, iar un minut mai târziu St Helens a explodat cu forţa a 27.000 de bombe atomice de dimensiunile celei de la Hiroshima, aruncând în sus un nor fierbinte, ucigaş, cu până la 1.050 km pe oră – mult prea rapid, evident, pentru ca persoanele aflate în apropiere să-i poată fugi din cale. Mulţi oameni care se credeau a fi în regiuni sigure, de multe ori atât de departe, încât nici nu se vedea vulcanul, au fost surprinşi de explozie. Au murit cincizeci şi şapte de oameni. Douăzeci şi trei dintre cadavre nu au fost găsite niciodată. Bilanţul morţilor ar fi fost şi mai mare dacă nu era o zi de duminică.

În orice altă zi a săptămânii, un număr mare de muncitori din industria lemnului s-ar fi aflat în zona morţii. Dar chiar şi aşa, au fost ucişi oameni până la o distanţă de 30 km.

Cea mai norocoasă persoană în acea zi a fost un absolvent pe nume Harry Glicken. El făcea cu schimbul la un punct de observaţie la o depărtare de 9 km de munte, dar pe 18 mai avea un interviu pentru o slujbă la un colegiu din California, aşa că a părăsit postul cu o zi înainte de erupţie. Locul lui a fost luat de David Johnston. Johnston a fost prima persoană care a raportat explozia vulcanului; câteva momente mai târziu, era mort. Corpul lui nu a fost găsit. Din nefericire, norocul lui Glicken a fost temporar. Unsprezece ani mai târziu, el a fost unul dintre cei 43 de oameni de ştiinţă şi jurnalişti surprinşi în capcana fatală a unei fierbinţi revărsări de cenuşă ucigaşă, gaze şi rocă topită – ceea ce este cunoscut sub numele de curgere piroclastică – pe muntele Unzen din Japonia, când un alt vulcan a fost interpretat greşit, cu rezultate catastrofale.

Poate că vulcanologii sunt cei mai nepricepuţi oameni de ştiinţă din lume atunci când vine vorba de predicţii, sau poate că nu, dar cu siguranţă sunt cei mai incapabili să-şi dea seama cât de deplasate sunt prezicerile lor. La mai puţin de doi ani după catastrofa de la Unzen, un alt grup de observatori, conduşi de Stanley Williams de la Universitatea din Arizona, a coborât pe marginea unui vulcan activ numit Galeras, în Columbia. În ciuda numărului mare de morţi din anii anteriori, numai doi dintre cei şaisprezece membri ai grupului lui Williams purtau căşti de protecţie sau un alt echipament de siguranţă. Vulcanul a erupt, ucigând şase cercetători şi trei turişti care îi urmaseră şi rănind grav alţi câţiva, inclusiv pe Williams.

Într-o carte complet lipsită de spirit autocritic, numită Surviving Galeras (Supravieţuind Muntelui Galeras), Williams a spus că nu a putut decât „să dea din cap cu uimire” atunci când a aflat mai târziu că tovarăşii săi din

lumea vulcanologiei sugeraseră că ar fi neglijat sau ignorat semnale seismice importante şi că s-ar fi comportat neglijent. „Cât de uşor este să arunci cu piatra după eveniment, să raportezi la cunoştinţele pe care le avem acum un eveniment din 1993”, scria el. Era de părere că singurul lucru care i s-ar fi putut reproşa era ghinionul de a-şi fi ales un moment în care Galeras „s-a comportat capricios, aşa cum fac de obicei forţele naturii. M-am lăsat prostit şi pentru asta îmi asum responsabilitatea. Dar nu mă simt vinovat de moartea colegilor mei. Nu există vină, a existat doar o erupţie”.

Întorcându-ne în Washington, muntele St Helens a pierdut 400 m din înălţime, iar 600 km2 de pădure au fost devastaţi. Erau destui copaci cât să construieşti 150.000 de case (sau 300.000, potrivit altor rapoarte) şi toţi au fost distruşi. Pagubele au fost evaluate la 2,7 miliarde de dolari. O enormă coloană de fum şi cenuşă s-a ridicat până la 18.000 m înălţime în mai puţin de zece minute. Un avion de linie aflat la 48 km depărtare a raportat că a fost bombardat cu roci.

La nouăzeci de minute după explozie, cenuşa a început să se aştearnă peste Yakima, Washington, o comunitate de 50.000 de locuitori, aflată la aproximativ 130 km depărtare. După cum vă imaginaţi, cenuşa a transformat ziua în noapte şi a intrat peste tot, înecând motoare, generatoare şi echipamente de curent electric, sufocând pietonii, blocând sistemele de filtrare şi oprind activitatea generală. Aeroportul şi autostrăzile de intrare şi ieşire din oraş au fost închise.

Şi toate acestea, sper că remarcaţi, s-au datorat unui vulcan care bombănise ameninţător vreme de două luni înainte. Totuşi, Yakima nu avea niciun fel de proceduri de urgenţă în cazul vulcanilor. Sistemul de comunicare de urgenţă al oraşului, care ar fi trebuit să intre în acţiune în timpul unei crize, nu s-a declanşat, deoarece „personalul de serviciu de duminică dimineaţa nu ştia să folosească

echipamentul”. Vreme de trei zile, Yakima a fost paralizată şi izolată de restul lumii, cu aeroportul închis şi cu drumurile de intrare impracticabile. Oraşul a fost acoperit, în medie, cu 1,5 cm de cenuşă după erupţia muntelui St Helens. Şi am să vă rog să ţineţi minte aceste lucruri atunci când vom analiza ce anume ar putea produce o eventuală explozie la Yellowstone.

Capitolul 15

Frumuseţe periculoasă

În anii 1960, în vreme ce studia istoria vulcanică a Parcului Naţional Yellowstone, Bob Christiansen de la Institutul Geologic al Statelor Unite a fost uimit de ceva ce, în mod surprinzător, nu mai deranjase pe nimeni înainte: vulcanul parcului era de negăsit. Se ştia de ceva vreme că Yellowstone este de origine vulcanică – aceasta explica gheizerele şi toate celelalte caracteristici vaporoase – şi, dacă ştim un lucru despre vulcani, atunci acela este că sunt relativ vizibili. Şi totuşi, Christiansen nu găsea nicăieri vulcanul Yellowstone. Ca să fim mai exacţi, nu izbutea să găsească o structură cunoscută sub numele de caldeiră.

Cei mai mulţi dintre noi, când ne gândim la vulcani, vedem forma clasică de con a unui Fuji sau Kilimanjaro, care se creează atunci când magma care erupe se acumulează sub forma unei movile simetrice. Acestea se pot forma cu o rapiditate uimitoare. În 1943, la Parícutin, în Mexic, un fermier a descoperit cu surprindere că dintr-un petic de pe pământul lui se ridică fum. Într-o săptămână, stupoare: s-a trezit proprietarul unui con de 152 m înălţime. În doi ani ajunsese la aproape 430 m şi avea un diametru de peste 800 m. În total, pe Pământ există circa zece mii de vulcani din soiul acesta îndrăzneţ de vizibil, pe care n-ai cum să-i ratezi, aproape toţi stinşi, cu excepţia câtorva sute. Dar mai există şi un al doilea tip de vulcani,

mai puţin mediatizaţi, care nu implică ridicarea unor munţi. Aceşti vulcani sunt atât de explozivi, încât izbucnesc printr-o singură manifestare puternică şi lasă în urmă un puţ enorm, format prin prăbuşire, caldeira (de la cuvântul latinesc pentru „cazan”). Era evident că Yellowstone aparţinea acestui al doilea tip, dar Christiansen nu putea găsi nicăieri caldeira.

Printr-o coincidenţă, chiar la acea vreme NASA a hotărât să testeze un nou tip de aparate de fotografiat de mare altitudine, făcând fotografii la Yellowstone, după care un oficial atent a făcut copii pe care le-a trimis autorităţilor parcului, gândindu-se că ar putea constitui exponate interesante în unul dintre centrele pentru vizitatori. De îndată ce a văzut fotografiile, Christiansen şi-a dat seama de ce nu reuşise să descopere caldeira: practic, întregul parc – nouă mii de kilometri pătraţi – era o caldeiră. Explozia lăsase în urmă un crater cu un diametru de aproape 65 km – mult prea mare pentru a fi observat de la nivelul solului, indiferent de unde priveai. Aceasta înseamnă că, într-un anumit punct din trecut, Yellowstone a explodat cu o violenţă de proporţii ce depăşesc imaginaţia.

Şi aşa s-a dovedit că Yellowstone este un supervulcan. Stă deasupra unui enorm punct fierbinte, un rezervor de rocă topită care începe cu cel puţin 200 km sub pământ şi se ridică până aproape de suprafaţă, formând ceea ce se numeşte o supraridicătură. Căldura punctului fierbinte conferă putere răsuflătorilor, lacurilor, izvoarelor fierbinţi şi vulcanilor noroioşi din Yellowstone. Dedesubt se află o cavitate de magmă cu un diametru de circa 72 km – în mare, cam aceleaşi dimensiuni cu parcul – şi cu o grosime de 13 km în zona maximă. Imaginaţi-vă o grămadă de trinitrotoluen cam de dimensiunile unui comitat din Anglia care urcă până la 13 km spre cer, cam la înălţimea celui mai înalt nor cirus, şi vă veţi face o idee despre locul pe deasupra căruia se vântură vizitatorii de la Yellowstone. Presiunea pe care o exercită un astfel de bazin de magmă

asupra scoarţei a făcut ca Yellowstone şi teritoriul din împrejurimi să se ridice cu aproximativ o jumătate de kilometru faţă de nivelul normal. Dacă ar exploda, cataclismul ar depăşi orice imaginaţie. Potrivit profesorului Bill McGuire de la University College London, „nu ai reuşi să te apropii la mai puţin de o mie de kilometri de el” în timpul unei eventuale erupţii. Consecinţele ar fi şi mai dramatice.

Supraridicăturile de genul celei pe care stă Yellowstone seamănă într-un fel cu paharele de martini – înguste la bază, dar tot mai largi pe măsură ce se apropie de crustă, creând cavităţi vaste de magmă instabilă. Unele cavităţi pot avea până la 1.900 km în diametru. Potrivit teoriei curenţilor, acestea nu explodează întotdeauna violent, ci uneori erup sub forma unui puternic flux continuu – o revărsare – de rocă topită, aşa cum s-a întâmplat în cazul Podişului Deccan din India acum şaizeci şi cinci de milioane de ani. Vulcanii acoperă o arie de peste 500.000 km² şi au contribuit probabil la dispariţia dinozaurilor – în mod cert nu au ajutat – prin scurgerile de gaze toxice. Supraridicăturile ar putea fi responsabile şi pentru rifturile care produc rupturile continentelor.

Aceste ridicături nu sunt deloc rare. În prezent pe pământ există circa treizeci, active şi responsabile pentru multe dintre cele mai cunoscute insule şi arhipelaguri din lume – Islanda, Hawaii, Azore, Canare şi Galápagos, micul arhipelag Pitcairn din mijlocul Pacificului de Sud şi multe altele –, dar, cu excepţia lui Yellowstone, toate sunt oceanice. Nimeni nu are nici cea mai vagă idee de ce şi cum a ajuns ridicătura de sub Yellowstone sub o placă continentală. Două lucruri sunt sigure: că la Yellowstone scoarţa este subţire şi că lumea de sub ea e fierbinte. Dar dacă scoarţa este subţire întrucât sub ea există un punct fierbinte sau dacă punctul fierbinte se află acolo pentru că scoarţa este subţire reprezintă un subiect de dezbateri fierbinţi (cum s-ar spune). Natura continentală a scoarţei

contează considerabil în erupţii. În vreme ce alţi supervulcani au tendinţa să clocotească într-un flux constant şi într-o manieră relativ benignă, Yellowstone erupe exploziv. Nu se întâmplă prea des, dar când se întâmplă nu îţi doreşti decât să te afli cât mai departe.

De la prima sa erupţie cunoscută, acum 16,5 milioane de ani, a explodat de circa o sută de ori, dar cele despre care se scrie cel mai frecvent sunt ultimele trei. Ultima erupţie a fost de o mie de ori mai puternică decât cea a muntelui St Helens, cea dinainte de două sute optzeci de ori mai puternică, iar cea anterioară acesteia a fost atât de puternică, încât nimeni nu-i ştie exact magnitudinea. A fost de cel puţin două mii cinci sute de ori mai puternică decât St Helens şi foarte probabil de opt mii de ori mai monstruoasă.

Pur şi simplu, nu avem termeni de comparaţie. Cea mai puternică erupţie din vremurile recente a fost cea a muntelui Krakatau din Indonezia, în august 1883; acesta a produs o detunătură care a reverberat în jurul lumii vreme de nouă zile şi a învolburat apele până în Canalul Mânecii. Dar dacă ne-am imagina volumul de material aruncat de Krakatau ca fiind de mărimea unei mingi de golf, atunci materialul provenind de la cea mai mare explozie a lui Yellowstone ar fi de mărimea unei sfere în spatele căreia te-ai putea ascunde liniştit. Pe această scară de măsură, explozia vulcanului St Helens ar fi cât un bob de mazăre.

Explozia de la Yellowstone de acum două milioane de ani a scos suficientă cenuşă cât să îngroape statul New York la o adâncime de douăzeci de metri sau California la şase metri. De aici provine cenuşa care a format depozitul de fosile al lui Mike Voorhies din estul Nebraskăi. Explozia a avut loc acolo unde este acum statul Idaho, dar, în milioane de ani, cu o medie de 2,5 cm pe an, scoarţa Pământului s-a deplasat peste ea, astfel încât astăzi se află chiar sub nord-vestul Wyomingului (punctul fierbinte în sine rămâne în acelaşi loc, precum o torţă cu acetilenă îndreptată spre

tavan). În urma sa a lăsat acele câmpii vulcanice bogate, ideale pentru creşterea cartofilor, după cum au descoperit de altfel fermierii din Idaho cu multă vreme în urmă. Geologilor le place să spună în glumă că, peste alte două milioane de ani, Yellowstone va produce direct cartofi pai pentru McDonald's, iar locuitorii din Billings, Montana vor călca printre gheizere.

Cenuşa căzută de la ultima erupţie a lui Yellowstone a acoperit total sau parţial nouăsprezece state din vest, plus unele părţi din Canada şi Mexic – aproape tot teritoriul SUA de la vest de Mississippi. Acesta este acum, să nu uităm, grânarul Americii, regiunea care produce jumătate din cerealele lumii. Şi nu ar trebui să neglijăm nici faptul că cenuşa nu seamănă deloc cu un strat de zăpadă care se va topi la primăvară. Pentru a avea din nou recolte, ar trebui găsit un loc în care să se depoziteze toată cenuşa. A fost nevoie de mii de muncitori şi de opt luni pentru a îndepărta 1,8 miliarde de tone de moloz de pe cele şase hectare şi jumătate pe care a stat World Trade Center în New York. Închipuiţi-vă cam de cât ar fi nevoie pentru a curăţa Kansasul.

Şi nici măcar nu am luat în considerare consecinţele climatice. Ultima erupţie a unui supervulcan pe Pământ a avut loc la Toba, în nordul Sumatrei, acum 74.000 de ani. Nimeni nu-i ştie exact magnitudinea, dar a fost un dezastru. Nucleele glaciare din Groenlanda ne arată că explozia de la Toba a fost urmată de cel puţin şase ani de „iarnă vulcanică" şi cine ştie câţi ani de recolte proaste. Se crede că evenimentul ar fi dus specia umană până în pragul dispariţiei, reducând populaţia globului la cel mult câteva mii de indivizi. Aceasta ar însemna că omenirea modernă s-a format dintr-o bază de populaţie foarte mică, ceea ce ar explica lipsa noastră de diversitate genetică. În orice caz, există dovezi care sugerează că în următorii 20.000 de ani numărul total al oamenilor de pe Pământ nu a fost mai mare de câteva mii. Inutil să subliniez că aceasta înseamnă

totuşi o perioadă destul de lungă pentru recuperarea după o unică explozie vulcanică.

Toate acestea erau interesante doar aşa, la modul ipotetic, până în 1973, când o întâmplare ciudată le-a transformat brusc în elemente de maxim interes: apa din Yellowstone Lake, din inima parcului, a început să se reverse în partea sudică, inundând o pajişte, în vreme ce la celălalt capăt, în mod misterios, apa părea să o ia la vale. Geologii au făcut în grabă un studiu şi au descoperit că pe o mare suprafaţă a parcului se formase o cocoaşă ameninţătoare. Din cauza ei, un capăt al lacului se ridica şi împingea apa în afară la capătul opus, cum s-ar întâmpla dacă ai ridica de un capăt un bazinaş pentru copii. Până în 1984, întreaga regiune centrală a parcului – peste o sută de kilometri pătraţi – se ridicase cu peste un metru faţă de nivelul la care fusese în 1924, atunci când se făcuseră ultimele măsurători oficiale în parc. Apoi, în 1985, partea centrală a parcului a scăzut cu circa douăzeci de centimetri. Acum pare să se inflameze din nou.

Geologii ştiu că un singur lucru poate provoca această schimbare: o cavitate de magmă activă. Yellowstone nu este locul unui supervulcan străvechi, ci al unui supervulcan activ. Cam tot în acelaşi timp, specialiştii au reuşit în sfârşit să calculeze că ciclul de erupţii din Yellowstone prevedea în medie o explozie masivă la fiecare 600.000 de ani. Ultima mare explozie a avut loc acum 630.000 de ani. Se pare că lui Yellowstone i-a cam venit vremea.

— Poate că nu vă daţi seama, dar staţi pe cel mai mare vulcan activ din lume, mi-a spus Paul Doss, geologul Parcului Naţional Yellowstone, imediat ce s-a dat jos de pe un enorm Harley-Davidson şi am dat mâna, atunci când ne-am întâlnit la sediul din Mammoth Hot Springs într-o minunată dimineaţă de iunie.

Născut în Indiana, Doss este un bărbat prietenos, cu voce blândă şi extrem de politicos, care nu seamănă deloc

cu un angajat al Serviciului Parcurilor Naţionale. Are o barbă grizonantă şi părul strâns la ceafă, într-o coadă de cal. Un mic safir îi împodobeşte o ureche. Uniforma apretată pare cam mică pentru începutul său de burtă. Arată mai mult a cântăreţ de blues decât a angajat guvernamental. În realitate, chiar cântă blues (la muzicuţă). Dar, mai presus de toate, iubeşte şi cunoaşte geologia. „Şi mi-am găsit cel mai bun loc din lume s-o practic”, îmi spune el pe când pornim într-un vehicul de teren săltăreţ în direcţia vagă a lui Old Faithful. A fost de acord să mă lase să îl însoţesc o zi, în vreme ce el îşi vede de treabă, făcând ceea ce face un geolog care lucrează într-un parc. Prima însărcinare din ziua respectivă era să ţină o prezentare introductivă unui nou grup de ghizi.

Cred că nu mai trebuie să spun că Yellowstone este de o frumuseţe ce-ţi taie respiraţia, cu munţi rotunzi şi maiestuoşi, cu pajişti pe care se plimbă bizoni, curenţi rostogolindu-se la vale, cu un lac de culoarea cerului şi o viaţă naturală de o bogăţie infinită.

— Pentru un geolog, mai bine de atât nici nu se poate, spune Doss. La Beartooth Gap găseşti roci vechi de aproape trei miliarde de ani – trei sferturi din vârsta Pământului –, apoi găseşti izvoare minerale chiar aici – şi îmi arată izvoarele sulfuroase fierbinţi de la care vine numele lui Mammoth –, unde vezi cum iau naştere roci noi. Şi între acestea găseşti tot ce ţi-ai putea imagina. Nu am văzut niciun loc în care geologia să fie mai bine expusă... sau mai frumoasă.

— Deci îţi place? îl întreb.

— A, nu, e o adevărată pasiune, îmi răspunde el cu o sinceritate profundă. Chiar îmi place la nebunie aici. Iernile sunt aspre şi leafa nu te încălzeşte prea tare, dar când e vreme bună e pur şi simplu...

S-a oprit ca să îmi arate în depărtare un spaţiu între doi munţi dinspre vest, care tocmai apăruseră în peisaj după o ridicătură. Mi-a spus că munţii se numeau Gallatins.

— Acea deschizătură are o sută sau chiar o sută zece metri lăţime; multă vreme, nimeni nu a înţeles de ce era deschizătura aia acolo. Apoi, Bob Christiansen şi-a dat seama că trebuia să existe, întrucât munţii fuseseră aruncaţi în aer. Când te întâlneşti cu o explozie care aruncă în aer munţi pe o lungime de 100 km, îţi dai seama că ai de-a face cu ceva destul de puternic. Lui Christiansen i-a luat şase ani să-şi dea seama de toate astea.

L-am întrebat ce anume a făcut ca parcul Yellowstone să explodeze atunci.

— Nu ştiu. Nimeni nu ştie. Vulcanii sunt lucruri ciudate. Noi nu îi înţelegem deloc. Vezuviul din Italia a fost activ vreme de trei sute de ani până la o erupţie din 1944, după care pur şi simplu s-a oprit. A fost liniştit de atunci încoace. Unii vulcanologi cred că îşi încarcă puternic bateriile, ceea ce reprezintă un motiv de îngrijorare, având în vedere că în apropierea lui locuiesc două milioane de oameni. Dar nimeni nu ştie sigur.

— Şi cum ai fi avertizat dacă Yellowstone ar fi pe cale să explodeze?

— Nu era nimeni prin preajmă ultima dată când a explodat, aşa că nimeni nu ştie ce semnale de avertizare trimite. Probabil că am avea o serie de cutremure, o ridicare a pământului şi schimbări ale tiparelor de comportament ale gheizerelor şi gurilor, dar nimeni nu ştie cu exactitate, a ridicat el din umeri.

— Deci ar putea exploda fără niciun avertisment?

A dat din cap gânditor. Mi-a explicat că problema constă în faptul că majoritatea manifestărilor care ar constitui semnale de avertizare există deja într-o oarecare măsură în Yellowstone.

— În general, cutremurele sunt precursoare ale erupţiilor vulcanice, dar în parc se produc deja o mulţime de cutremure – o mie două sute pe an. Majoritatea sunt prea mici pentru a putea fi simţite, dar sunt totuşi cutremure.

Şi schimbarea tiparului erupţiilor gheizerelor ar putea fi considerată un semn, mi-a spus el, dar, oricum, acestea sunt extrem de imprevizibile. Cândva, cel mai faimos din parc era Gheizerul Excelsior. Erupea regulat şi spectaculos, până la înălţimi de o sută de metri, dar în 1890 s-a oprit pur şi simplu. Apoi a erupt din nou în 1985, dar numai până la douăzeci şi cinci de metri. Gheizerul Steamboat este cel mai mare gheizer din lume atunci când izbucneşte, aruncând apă până la o sută douăzeci de metri în aer, dar intervalele între două erupţii sunt de la patru zile până la cincizeci de ani.

— Dacă ar exploda astăzi şi apoi din nou săptămâna viitoare, asta n-ar avea nicio însemnătate, pentru că nu ne spune nimic despre comportamentul lui din săptămâna următoare sau de peste douăzeci de ani, spune Doss. Întregul parc este atât de volatil, încât e practic imposibil să tragi vreo concluzie din tot ce se întâmplă în el.

Eventuala evacuare a parcului Yellowstone nu ar fi deloc uşoară. Acesta primeşte cam trei milioane de vizitatori pe an, majoritatea în cele trei luni de vârf din vară. Drumurile din parc sunt relativ puţine şi menţinute intenţionat înguste, în parte pentru a încetini traficul, pentru a conserva atmosfera pitorească, dar şi pentru a respecta constrângerile topografice. În mijlocul verii, îţi ia lejer o jumătate de zi să traversezi parcul şi ore bune să ajungi oriunde în interiorul lui.

— Oamenii, de câte ori văd animale, se opresc, oriunde s-ar afla. Aşa că avem blocaje cu urşi, blocaje cu bizoni, blocaje cu lupi, spune Doss.

În toamna lui 2000, reprezentanţi de la US Geological Survey şi National Park Service, împreună cu câţiva oameni de ştiinţă, s-au întâlnit şi au înfiinţat Observatorul Vulcanic Yellowstone (OVY). Existau deja patru astfel de organisme – în Hawaii, California, Alaska şi Washington –, dar, lucru ciudat, nu exista niciunul pentru cea mai vastă regiune

vulcanică din lume. OVY este mai mult o idee decât o structură fizică – este un acord de coordonare a eforturilor de studiu şi analiză a geologiei diverse a parcului. Doss mi-a spus că una dintre primele lor acţiuni a fost să alcătuiască un „plan în caz de cutremure şi erupţie" – un plan de acţiune în caz de criză.

— Nu există deja unul? am întrebat eu.

— Nu, mă tem că nu, dar va exista unul în curând.

— Nu e cam târziu?

— Să spunem că nu prea curând, a zâmbit el.

După ce va intra în acţiune, planul spune că trei oameni – Christiansen din Menlo Park, California, profesorul Robert B. Smith de la Universitatea din Utah şi Doss, din parc – vor evalua gradul de pericol al oricărui posibil cataclism şi se vor sfătui cu directorul parcului. Acesta trebuie să ia decizia dacă parcul e evacuat sau nu. Cât despre zonele învecinate, pentru ele nu există un plan. După ce ai trecut de porţile parcului, te priveşte, nu mai are nicio importanţă dacă Yellowstone are de gând să explodeze la scară mare!

Fireşte că ar putea trece zeci de mii de ani înainte să vină ziua aceea. Doss crede că o astfel de zi ar putea să nu vină niciodată.

— Doar pentru că a existat în trecut un tipar nu înseamnă că acesta mai este valabil şi azi, spune el. Există dovezi care sugerează că modelul ar putea fi reprezentat de o serie de explozii catastrofale, urmate de o lungă perioadă de linişte. Acum ne-am putea afla în acea perioadă. Dovezile ne arată că o bună parte din cavitatea cu magmă se află în răcire şi cristalizare. Îşi eliberează gazele volatile; în vreme ce, pentru o explozie violentă, este nevoie ca gazele volatile să se adune.

Dar până atunci există o mulţime de alte pericole în şi în jurul parcului Yellowstone, după cum ni s-a demonstrat, cu dovezi devastatoare, în noaptea de 17 august 1959 la Hebgen Lake, chiar la ieşirea din parc. Cu douăzeci de minute înainte de miezul nopţii, Hebgen Lake a suferit un

cutremur catastrofal. Magnitudinea sa de 7,5 nu a fost dintre cele mai ridicate, dar a fost atât de brusc şi de violent, încât a prăbuşit o întreagă coastă a muntelui. Era în plin sezon estival, dar, din fericire, pe atunci nu mergeau atâţia oameni la Yellowstone ca acum. Optzeci de milioane de tone de rocă în mişcare, cu o viteză de peste 160 km pe oră, s-au prăbuşit pur şi simplu de pe munte cu o asemenea forţă şi viteză, încât prima stâncă din coasta prăbuşită a urcat la 120 m înălţime pe muntele din cealaltă parte a văii. În calea sa se afla o parte din campingul Rock Creek. Douăzeci şi opt de turişti au murit, dintre care nouăsprezece au fost îngropaţi atât de adânc, încât nu au mai fost găsiţi niciodată. Cataclismul a fost scurt, dar impresionant de imprevizibil. Trei fraţi care dormeau într-un cort au fost cruţaţi. Părinţii lor, aflaţi într-un alt cort de lângă ei, au fost luaţi de avalanşă şi nu au mai fost găsiţi niciodată.

Doss mi-a spus:

— Odată şi odată se va produce un cutremur mare, foarte mare. De asta poţi fi sigur. Asta este o zonă numai bună de cutremure.

În ciuda cutremurului de la Hebgen Lake şi a altor riscuri bine cunoscute, parcul Yellowstone a fost dotat cu seismografe permanente abia în anii 1970.

Cine are nevoie de o cale pentru a aprecia grandoarea şi inexorabilitatea proceselor geologice nu greşeşte cu nimic dacă alege munţii Teton, lanţul somptuos, cu creste ascuţite, ce se întinde la sudul Parcului Naţional Yellowstone. Acum nouă milioane de ani, munţii Teton nu existau; pământul din jurul lui Jackson Hole era doar o câmpie înaltă şi înverzită. Dar apoi, în pământ s-a deschis o falie cam de 64 km lungime, iar de atunci încoace munţii Teton trec cam la fiecare nouă sute de ani printr-un cutremur de pământ foarte mare, suficient cât să-i împingă cu încă doi metri în înălţime. Iar aceste înălţări de-a lungul

eonilor i-au adus până la măreaţa altitudine din prezent de 2.000 m.

Cifra de nouă sute de ani este doar o medie – şi încă una înşelătoare. Potrivit lui Robert B. Smith şi Lee J. Siegel, în cartea Windows into the Earth (Ferestre în Pământ), o istorie geologică a regiunii, ultimul mare cutremur din zona munţilor Teton a avut loc acum cinci până la şapte mii de ani. Aşadar, munţii Teton reprezintă zona cu cel mai mare risc de cutremur prognozat de pe planetă.

Exploziile hidrotermale prezintă la rândul lor un risc semnificativ. Se pot petrece oricând, aproape oriunde şi fără a putea fi prezise.

— Ştii, noi îi îndrumăm cu bună ştiinţă pe vizitatori către bazinele termale, mi-a spus Doss după ce am privit cum ţâşneşte Old Faithful. Pentru asta vin aici. Ştiai că la Yellowstone sunt mai multe gheizere şi izvoare termale decât în tot restul lumii?

— Nu, nu ştiam.

A dat din cap.

— Sunt zece mii până acum şi oricând se poate deschide o gură nouă.

M-a condus la un loc numit Duck Lake, o suprafaţă de apă de câteva sute de metri lăţime.

— Pare complet inofensiv, mi-a spus el. E doar un iaz mai mare. Dar groapa asta nu era aici. Cândva, în ultimii cincisprezece mii de ani, a erupt cu mare forţă. Probabil că au fost câteva zeci de milioane de tone de sol, stâncă şi apă supraîncălzită care au ţâşnit din pământ cu viteză supersonică. Îţi poţi imagina ce s-ar întâmpla dacă ar avea loc aşa ceva sub spaţiul de parcare de la Old Faithful sau sub unul dintre centrele pentru vizitatori.

Avea o expresie nefericită.

— Ar exista vreun avertisment?

— Probabil că nu. Ultima explozie semnificativă din parc a fost într-un loc numit Pork Chop Geyser în 1989. Aceasta a lăsat în urmă un crater cu diametrul de vreo cinci metri –

nu este foarte mare, dar ar fi fost suficient, dacă te-ai fi aflat acolo în acel moment. Din fericire, nu era nimeni în jur, aşa că nimeni nu a fost rănit; dar s-a petrecut fără niciun avertisment. În trecut au existat explozii care au lăsat găuri cu diametrul de un kilometru şi jumătate. Şi nimeni nu ştie să spună când şi unde s-ar putea întâmpla din nou. Pur şi simplu trebuie să speri că nu vei fi prin preajmă atunci.

Şi căderile de stânci reprezintă un pericol serios. O cădere mare a avut loc la Gardiner Canyon în 1999, dar, din fericire, din nou, nu a fost nimeni rănit. După-amiaza târziu, m-am oprit cu Doss într-un loc în care o stâncă plana ameninţător deasupra unui drum aglomerat. Crăpăturile din stâncă erau vizibile. Doss mi-a spus preocupat:

— Ar putea cădea oricând.

— Glumeşti, i-am spus.

În fiecare moment, pe sub ea treceau cel puţin două maşini pline cu turişti cât se poate de fericiţi.

— Nu este iminent, îţi spun doar că s-ar putea, a adăugat el. La fel de bine ar putea sta aşa zeci de ani. Nu ai cum să prevezi. Oamenii trebuie să accepte că îşi asumă un risc venind aici. Asta-i tot.

Pe când ne îndreptam spre vehiculul lui ca să ne întoarcem la Mammoth Hot Springs, Doss a adăugat:

— Important este că, în cea mai mare parte a timpului, lucrurile rele nu se petrec. Rocile nu cad, nu se produc cutremure, nu se deschid brusc noi guri. În ciuda instabilităţii, în cea mai mare parte a timpului, totul este de o linişte remarcabilă şi uimitoare.

— La fel ca Pământul însuşi, am observat eu.

— Exact, m-a aprobat el.

La Yellowstone, riscurile îi pândesc în aceeaşi măsură pe angajaţii parcului şi pe vizitatori. Doss a aflat asta într-un mod extrem de neplăcut, în prima sa săptămână de lucru,

cu cinci ani în urmă. Într-o noapte târziu, trei tineri angajaţi sezonier practicau o activitate ilicită cunoscută sub numele de „oala fierbinte” – înotau şi se încălzeau în iazurile cu apă termală. Deşi, din motive evidente, parcul nu face public acest lucru, nu toate bazinele de la Yellowstone sunt periculos de fierbinţi. Unele dintre ele sunt foarte plăcute pentru o baie, iar anumiţi angajaţi sezonieri îşi făcuseră un obicei din a face câte o baie noaptea târziu, deşi contravenea regulilor parcului. Cei trei nechibzuiţi nu au luat cu ei o lanternă, lucru extrem de periculos, deoarece solul de pe marginea apelor calde este ca o crustă subţire şi se poate cădea foarte uşor în gura fierbinte de dedesubt. În orice caz, în timp ce se îndreptau spre dormitoarele lor, au ajuns la un pârâu peste care săriseră mai devreme. Au făcut câţiva paşi înapoi, s-au prins de braţe şi au făcut un salt din alergare. În realitate, nu era un pârâu. Era un bazin cu apă fierbinte. Din cauza întunericului, se rătăciseră. Niciunul dintre ei nu a supravieţuit.

M-am gândit la această întâmplare în dimineaţa următoare, când am făcut o scurtă vizită, în drumul meu spre ieşirea din parc, într-un loc numit Emerald Pool, în Upper Geyser Basin. Doss nu avusese timp să mă ducă şi acolo în ziua precedentă, dar am simţit că trebuie să arunc măcar o privire, pentru că Emerald Pool este un loc istoric.

În 1965, o echipă de biologi, soţ şi soţie, Thomas şi Louise Brock, se afla într-o excursie de cercetare de vară, când a făcut un lucru nebunesc. Au adunat noroiul subţire, galben-maroniu de pe marginea bazinului şi au căutat în el urme de viaţă. Spre uimirea lor, şi mai târziu a lumii întregi, era plin de microbi vii. Descoperiseră primele extremofile din lume – organisme care puteau trăi în ape despre care înainte se crezuse că sunt mult prea fierbinţi, prea acide sau prea sulfuroase pentru a întreţine viaţa. În mod remarcabil, Emerald Pool avea toate aceste caracteristici şi totuşi, pentru cel puţin două tipuri de fiinţe

vii, Sulpholobus acidocaldarius şi Thermophilus aquaticus, cum au devenit ele cunoscute, era un mediu propice vieţii. S-a presupus dintotdeauna că nimic nu poate supravieţui unor temperaturi de peste 50 °C, dar iată că aici existau organisme care se scăldau în ape acide şi de două ori mai fierbinţi.

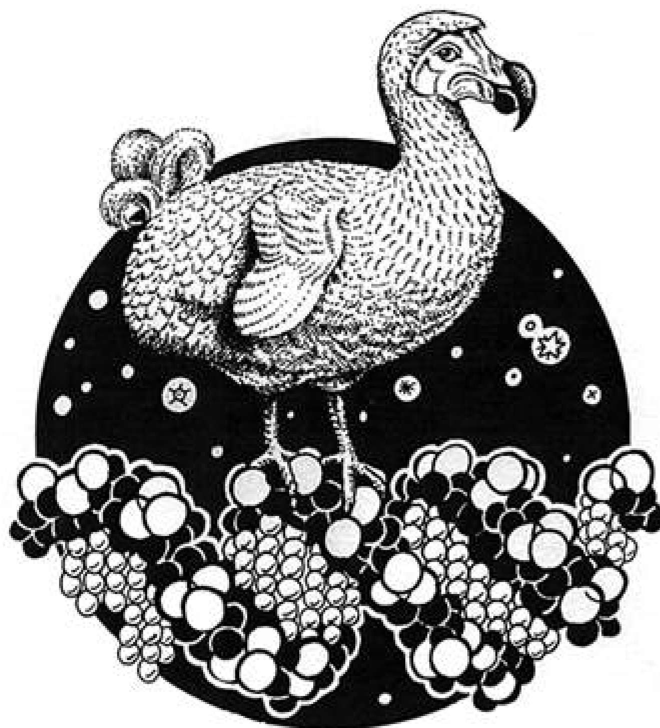
Vreme de aproape douăzeci de ani, una dintre bacteriile soţilor Brock, Thermophilus aquaticus, a rămas o curiozitate de laborator, până când un cercetător din California pe nume Kary B. Mullis şi-a dat seama că enzimele rezistente la temperatură pot fi folosite pentru a crea o mică vrăjitorie chimică, cunoscută sub numele de reacţie de polimerizare în lanţ, ADN polimeraza, prin care oamenii de ştiinţă pot multiplica ADN-ul din cantităţi minuscule – chiar şi dintr-o singură moleculă, în condiţii ideale. Este un fel de fotocopiere genetică şi a devenit fundamentul întregii cercetări genetice de mai târziu, de la studiile academice până la laboratoarele de criminalistică. Lui Mullis i-a adus Premiul Nobel pentru chimie în 1993.

Între timp, cercetătorii au descoperit microbi tot mai îndrăzneţi, cunoscuţi acum sub numele de hipertermofile, care au nevoie de temperaturi de peste 80 °C. Cele mai fierbinţi organisme descoperite până acum, potrivit lui Frances Ashcroft în Life at the Extremes (Viaţa la extreme), sunt Pyrolobus fumarii, care trăiesc în pereţii răsuflătorilor oceanice, unde temperatura poate ajunge până la 113 °C. Limita superioară a vieţii este plasată la circa 120 °C, deşi nimeni nu ştie exact. În orice caz, descoperirile soţilor Brock au schimbat percepţia noastră asupra lumii vii. După cum spune Jay Bergstralh, cercetător la NASA: „Oriunde ne-am duce pe Pământ – chiar şi în mediul care pare cel mai ostil vieţii –, dacă există apă lichidă şi o sursă de energie chimică, există şi viaţă”.

S-a dovedit că viaţa este infinit mai inteligentă şi mai adaptabilă decât s-a presupus vreodată. Acesta este un

lucru foarte bun, după cum vom vedea, pentru că trăim într-o lume care, în ansamblu, nu pare să ne vrea aici.

Partea a V-a
Viaţa însăşi



„Cu cât examinez mai atent universul şi studiez detaliile arhitecturii sale, cu atât găsesc mai multe dovezi că acesta ştia într-o oarecare măsură că suntem pe cale să apărem.”

Freeman Dyson

Capitolul 16

Planeta singuratică

Nu este deloc uşor să fii un organism. Din câte ştim până acum, în tot universul există un singur loc, un avanpost liniştit al Căii Lactee, numit Pământ, care acceptă să vă întreţină şi chiar şi acesta poate fi destul de ranchiunos.

De pe fundul celei mai adânci fose oceanice până în vârful celui mai înalt munte, zona care reuneşte aproape tot ce înseamnă formă de viaţă cunoscută nu depăşeşte o adâncime mai mare de 20 km, ceea ce nu este deloc mult prin comparaţie cu vastitatea cosmosului.

Pentru oameni, este şi mai greu, fiindcă întâmplarea face să aparţinem acelei părţi a fiinţelor vii care acum patru sute de milioane de ani au luat decizia grăbită, dar aventuroasă de a ieşi târâş din mări şi de a deveni fiinţe de suprafaţă, care respiră oxigen. În consecinţă, potrivit unei estimări, cel puţin 99,5% din spaţiul locuibil al lumii, ca volum, este în principal – în termeni pur practici – inaccesibil pentru noi.

Nu numai pentru că nu putem respira în apă, ci pentru că nu putem rezista presiunii. Întrucât apa este de circa o mie trei sute de ori mai grea decât aerul, presiunea creşte cu repeziciune pe măsură ce coborâm – cam cu echivalentul unei atmosfere la fiecare zece metri adâncime. Pe pământ, dacă te sui în vârful unui edificiu de 150 m înălţime – cum ar fi Catedrala din Köln sau Monumentul Washington – schimbarea de presiune ar fi atât de mică, încât o putem considera imperceptibilă. Însă, la o distanţă egală, dar coborând sub apă, venele v-ar ceda, iar plămânii s-ar comprima până la dimensiunile unei doze de cola. Uimitor este faptul că oamenii se scufundă de bunăvoie la asemenea adâncimi fără aparate de respirat, doar pentru distracţie, iar sportul se numeşte scufundare liberă. Se pare că experienţa de a-ţi deforma brutal organele interne este considerată incitantă (deşi presupun că nu la fel de incitantă ca atunci când ele îşi revin la dimensiunile anterioare după ieşirea la suprafaţă). Pentru a ajunge la asemenea adâncimi, scafandrii trebuie traşi în jos destul de

abrupt de greutăţi. Cea mai mare adâncime[38] la care a coborât vreodată cineva, fără asistenţă, şi a trăit apoi să-şi povestească aventura este de 72 m – o performanţă atinsă de un italian pe nume Umberto Pelizzari, care în 1992 a coborât la această adâncime, a zăbovit acolo o nanosecundă şi s-a întors ca săgeata la suprafaţă. La nivelul solului, 72 m înseamnă considerabil mai puţin decât lungimea unui teren de fotbal, aşa că nici atunci când reuşim cele mai exagerate cascadorii nu putem pretinde că ne-am apropiat de stăpânirea abisului.

Alte organisme reuşesc, evident, să facă faţă presiunii la adâncime, deşi rămâne un mister pentru noi modul exact în care izbutesc acest lucru. Cel mai adânc punct din ocean este Groapa Marianelor din Pacific. Acolo, la 11,3 km adâncime, presiunea creşte la peste 1.000 kilograme-forţă pe centimetru pătrat. O singură dată a reuşit omenirea, pentru scurt timp, să trimită oameni la acea adâncime, într-un vas de scufundare îndrăzneţ, şi totuşi acolo îşi au casa colonii de amfipode, un tip de crustacee asemănătoare creveţilor, dar transparente, care supravieţuiesc fără niciun fel de protecţie. Evident că majoritatea oceanelor sunt mai puţin adânci, dar chiar şi la o adâncime medie a oceanului de 4 km presiunea este echivalentă cu a fi strivit sub greutatea a paisprezece camioane încărcate cu ciment.

Aproape toată lumea, inclusiv autorii unor foarte cunoscute lucrări de oceanografie, presupune că trupul uman s-ar face acordeon sub presiunea imensă din adâncul oceanului. Se pare însă că, în realitate, nu este chiar aşa. Întrucât noi înşine suntem alcătuiţi în mare parte din apă, iar apa este „practic imposibil de comprimat”, după cum ne spune Frances Ashcroft de la Universitatea Oxford, „corpul rămâne la aceeaşi presiune cu apa din jurul lui, aşa că nu este strivit la adâncime”. Cele care ne provoacă necazuri sunt gazele din interiorul corpului, în special din plămâni. Acestea se comprimă, deşi nu se ştie exact în ce punct

comprimarea devine fatală. Până de curând, se credea că, dacă cineva se scufundă la 100 m adâncime, moare în chinuri groaznice în clipa în care plămânii fac implozie sau cutia toracică cedează, dar practicanţii scufundărilor libere ne-au dovedit în mod repetat contrariul. Potrivit lui Ashcroft, se pare că „oamenii seamănă mai mult decât se credea cu balenele şi delfinii”.

Dar se pot întâmpla o grămadă de alte nenorociri. În zilele vechilor costume de scufundare – cele care erau conectate cu suprafaţa prin furtunuri lungi –, scufundătorii resimţeau un fenomen de temut, cunoscut sub numele de „barotraumatism”. Acesta apărea atunci când pompele de la suprafaţă cedau, iar presiunea din costum scădea catastrofal. Aerul ieşea din costum cu o asemenea violenţă, încât scufundătorul era literalmente aspirat în cască şi furtun. Când era tras la suprafaţă, „în costum nu mai rămâneau decât oasele lui şi nişte carne zdrenţuită”, scria în 1947 biologul J.B.S. Haldane, care adăuga pentru toţi cei circumspecţi: „Chiar s-a întâmplat aşa ceva”.

(În treacăt fie spus, casca originală de scafandru, proiectată în 1823 de un englez pe nume Charles Deane, nu era menită pentru scafandri, ci pentru pompieri. Era numită „cască de fum”, dar, pentru că era făcută din metal, se încălzea şi era incomodă; Deane şi-a dat seama curând că pompierii nu erau deloc dispuşi să intre în clădirile în flăcări cu niciun fel de costum, cu atât mai puţin într-o chestie care se încingea ca un ibric pe foc şi pe deasupra îi împiedica să se mişte. Într-o încercare de a-şi salva investiţia, Deane a testat-o sub apă şi a văzut că este ideală pentru misiunile de salvare.)

Adevărata teroare a adâncimii o reprezintă aeroembolia – nu atât pentru că este extrem de neplăcută, deşi fireşte că este, cât pentru că probabilitatea să se producă e mult mai mare. Aerul pe care îl respirăm noi conţine 80% azot. Când corpul uman se află sub presiune, azotul se transformă în mici bule care migrează în sânge şi în ţesuturi. Dacă

presiunea se schimbă prea rapid – ca atunci când scufundătorul urcă prea repede –, bulele prinse în corp încep să sfârâie, exact ca o sticlă de şampanie abia destupată, blocând vasele mici de sânge, privând celulele de oxigen şi provocând dureri atât de cumplite, încât cel care suferă parcă se rupe în două.

Aeroembolia a reprezentat un risc al meseriei pentru căutătorii de bureţi şi perle din vremuri imemoriale, dar nu a atras atenţia lumii occidentale până în secolul al XIX-lea şi atunci a devenit populară printre oameni care nu se udau deloc (sau cel puţin nu prea mult şi, în general, nu deasupra gleznelor). Aceştia erau muncitorii de la chesoane. Chesoanele reprezentau camere închise, uscate, construite pe paturi de râu, pentru a facilita construcţia picioarelor de poduri. Erau umplute cu aer comprimat şi, de multe ori, muncitorii care reveneau la suprafaţă după ce lucraseră o perioadă mai lungă sub presiune artificială resimţeau simptome uşoare de iritare sau mâncărime a pielii. Spre surpriza tuturor, unii dintre ei simţeau o durere mai puternică în încheieturi, iar alţii sufereau leşinuri dureroase, din care puteau să nu-şi mai revină niciodată.

Era de-a dreptul năucitor. Uneori, muncitorii se duceau la culcare bine sănătoşi şi se trezeau paralizaţi. Iar alteori nu se mai trezeau deloc. Ashcroft relatează o poveste despre directorii unui nou tunel pe sub Tamisa care au încins un banchet să sărbătorească, pe când tunelul era aproape încheiat. Spre consternarea lor, şampania nu a avut nicio reacţie atunci când a fost desfăcută în aerul comprimat al tunelului. Mai târziu însă, când au ieşit în aerul curat al unei seri din Londra, bulele s-au descărcat imediat, înviorând în mod memorabil procesul digestiv.

Pe lângă evitarea completă a mediilor cu presiuni înalte, mai există doar două alte strategii reuşite împotriva aeroemboliei. Prima constă în a te expune doar o scurtă perioadă la schimbările de presiune. De aceea practicanţii scufundărilor libere despre care pomeneam mai devreme

pot coborî la adâncimi de 150 m fără să fie afectaţi. Aceştia nu rămân la adâncime suficient timp pentru ca azotul din organismul lor să se împrăştie în ţesuturi. Cealaltă soluţie este să urci în etape bine măsurate. În acest fel, micile bule de azot se disipează fără să provoace efecte negative.

O bună parte din cunoştinţele noastre despre supravieţuirea în condiţii extreme se datorează unei extraordinare echipe formate din tată şi fiu, John Scott şi J.B.S. Haldane. Chiar judecând după standardele pretenţioase ale intelectualilor britanici, cei doi Haldane erau neobişnuit de excentrici. Haldane senior s-a născut în 1860 într-o familie aristocratică scoţiană (fratele lui era viconte de Haldane), dar şi-a petrecut cea mai mare parte a vieţii active într-o condiţie modestă, ca profesor de fiziologie la Oxford. Era faimos pentru cât de distrat putea fi. Odată, soţia l-a trimis sus să se schimbe pentru o cină festivă, dar el nu s-a mai întors, fiind găsit mai târziu dormind în pat, îmbrăcat în pijama. Când s-a dezmeticit, Haldane a explicat că se trezise dezbrăcându-se şi a presupus că era vremea de culcare. Ideea sa de vacanţă însemna o călătorie în Cornwall pentru a studia anchilostomiaza la mineri. Romancierul Aldous Huxley, nepotul lui T. H. Huxley, care a locuit o vreme cu familia Haldane, a scris despre el o parodie cu o tentă crudă, portretizându-l în omul de ştiinţă Edward Tantamount în romanul *Punct contrapunct.*

Talentul lui Haldane la scufundări consta în capacitatea sa de a respecta intervalele de odihnă necesare pentru o ascensiune din adâncimi, fără să sufere de aeroembolie, dar interesele lui includeau întreaga gamă a fiziologiei, de la studierea răului de înălţime la căţărători sau la problema insolaţiei în deşert. Îl interesau în mod deosebit efectele gazelor toxice asupra corpului uman. Pentru a înţelege exact în ce fel scurgerile de monoxid de carbon îi ucideau pe mineri, el s-a otrăvit metodic, luând şi măsurând atent mostre din propriul sânge pe parcurs. A renunţat abia când

a ajuns pe punctul de a-şi pierde complet controlul muşchilor, iar nivelul de saturaţie din sânge a ajuns la 56% – un nivel pe care Trevor Norton îl consideră, în amuzanta sa istorie a scufundărilor, *Stars Beneath the Sea (Stelele de sub mări),* la numai un pas de nivelul aproape cu certitudine letal.

Fiul lui Haldane, Jack, cunoscut posterităţii drept J.B.S., a fost o progenitură remarcabilă, atras de munca tatălui aproape din fragedă pruncie. La vârsta de trei ani, era auzit întrebându-şi cu glas subţire tatăl: „Dar este oxihemoglobină sau carboxihemoglobină?”. În tinereţe, micul Haldane şi-a ajutat tatăl aproape permanent la experimente. Înainte de a ajunge adolescent, cei doi testau adesea gazele şi măştile de gaze împreună, făcând cu rândul, ca să vadă cât rezistau înainte să leşine.

Deşi nu şi-a luat nicio diplomă în ştiinţe (a studiat filologia clasică la Oxford), J.B.S. Haldane a devenit, la rândul său, un strălucit om de ştiinţă, lucrând în cea mai mare parte a timpului pentru guvern, la Cambridge. Biologul Peter Medawar, care şi-a petrecut viaţa în jurul olimpienilor minţii, l-a numit „cel mai isteţ om pe care l-am cunoscut vreodată”. Huxley l-a parodiat şi pe tânărul Haldane în romanul său Dans grotesc (1923), dar, în acelaşi timp, i-a folosit ideile despre manipularea genetică a oamenilor ca bază pentru subiectul romanului Minunata lume nouă. Printre multe alte reuşite, Haldane a jucat un rol principal în armonizarea principiilor darwiniene ale evoluţiei cu lucrările asupra eredităţii ale lui Gregor Mendel, pentru a produce ceea ce geneticienii cunosc sub numele de Sinteza Modernă.

Probabil un caz singular în istoria fiinţelor umane, tânărul Haldane a considerat că Primul Război Mondial a fost „o experienţă foarte plăcută” şi a admis de bunăvoie că „s-a bucurat să aibă şansa să omoare oameni”. El însuşi a fost rănit de două ori. După război a promovat cu succes ştiinţa popularizată, scriind douăzeci şi trei de cărţi

(precum şi peste patru sute de lucrări ştiinţifice). Cărţile sale sunt încă o lectură accesibilă şi instructivă, deşi nu întotdeauna uşor de găsit. În plus, a devenit un marxist entuziast. S-a sugerat, şi nu numai din sarcasm, că făcea acest lucru din spirit de contradicţie şi că, dacă s-ar fi născut în Uniunea Sovietică, ar fi fost un monarhist fervent. În orice caz, majoritatea articolelor sale au apărut mai întâi în ziarul comunist *Daily Worker.*

Dacă principalele interese ale tatălui său se învârteau în jurul minerilor şi otrăvirilor, obsesia tânărului Haldane a devenit protejarea scufundătorilor şi marinarilor de pe submarine de consecinţele neplăcute ale muncii lor. Cu fondurile Amiralităţii, a achiziţionat o cameră de decompresie pe care a numit-o „oala sub presiune”. Aceasta era un cilindru metalic în care puteau fi închişi simultan trei oameni, supuşi apoi testelor de diferite tipuri, toate dureroase şi aproape toate periculoase. Voluntarilor li se cerea să stea în apă îngheţată şi să respire „o atmosferă aberantă” sau erau supuşi unor schimbări de presiune rapide. Într-un experiment, însuşi Haldane a simulat o ascensiune periculos de rapidă, pentru a vedea ce se întâmplă. Ce s-a întâmplat a fost că i-au explodat plombele din gură. „Aproape în urma fiecărui experiment cineva trebuia să facă o criză, să sângereze sau să vomite”, scrie Norton. Camera era practic izolată fonic, prin urmare singura modalitate prin care ocupanţii ei puteau semnala supărarea sau disconfortul era fie să bată insistent în peretele camerei, fie să ridice bileţele în dreptul unei ferestre mici.

Altă dată, în vreme ce se otrăvea cu niveluri ridicate de oxigen, Haldane a avut un atac atât de grav, încât şi-a strivit câteva vertebre. Colapsul pulmonar era deja un risc de rutină. La fel de frecvente erau perforările de timpan, dar, aşa cum scria liniştitor Haldane într-unul din eseurile sale, „în general, timpanele se vindecă, iar dacă rămâne vreo gaură în ele, chiar dacă persoana este mai surdă,

poate să scoată fum de tutun pe urechi, ceea ce reprezintă o atracţie socială".

Cel mai şocant nu era faptul că Haldane era dispus să se supună la asemenea riscuri şi neplăceri de dragul ştiinţei, ci că nu avea niciun scrupul să îşi împingă colegii şi persoanele dragi să intre în camera cu pricina. Odată, soţia sa a fost trimisă într-o scufundare simulată, în urma căreia a făcut o criză care a durat treisprezece minute. Când, în sfârşit, a încetat să se mai zbată pe podea, a fost ajutată să se ridice şi apoi trimisă acasă să pregătească cina. Haldane era încântat să folosească orice persoană aflată în apropiere, inclusiv un fost prim-ministru spaniol, Juan Negrín, într-un eveniment rămas memorabil. Doctorul Negrín s-a plâns după aceea de o furnicătură uşoară şi de „o ciudată senzaţie catifelată pe buze", dar în rest se pare că a scăpat nevătămat. Poate chiar să se considere extrem de norocos. În urma unui experiment similar, ce consta în privarea de oxigen, Haldane a rămas cu fesele şi partea inferioară a coloanei amorţite vreme de şase ani.

Printre numeroasele preocupări extrem de concrete ale lui Haldane se afla şi intoxicarea cu azot. Din motive încă prea puţin clarificate, la adâncimi mai mari de 30 m azotul devine o otravă puternică. Sub influenţa lui, s-a raportat că scufundătorii mai au obiceiul să le ofere furtunurile de respirat peştilor aflaţi în trecere sau să facă o pauză de ţigară. De asemenea, produce tulburări de dispoziţie de-a dreptul incontrolabile. Într-un test, Haldane şi-a notat că subiectul „trecea de la depresie la exaltare, acum cerând să fie depresurizat pentru că se simţea infect, pentru ca în momentul următor să râdă şi să încerce să saboteze testul de dexteritate al colegului său". Pentru a măsura rata de deteriorare a stării subiectului, cercetătorul trebuia să intre în cameră alături de voluntari, ca să poată efectua teste matematice simple. Dar după câteva minute, scria Haldane mai târziu, „cercetătorul era la fel de ameţit ca voluntarul şi de multe ori uita să apese pe butonul

cronometrului sau să ia notiţele corespunzătoare”. Cauza acestei stări este şi acum un mister. Se crede că ar putea fi la fel ca în cazul beţiei provocate de alcool, dar pentru că nimeni nu ştie sigur nici măcar cauza acesteia, nu suntem cu nimic mai luminaţi. În orice caz, în lipsa unor precauţii extreme, este foarte uşor să dai de belea de îndată ce părăseşti lumea de la suprafaţă.

Aceasta ne readuce (cât de cât) la observaţia noastră de mai devreme că Pământul nu este deloc o reşedinţă confortabilă pentru un organism, chiar dacă e singura care îl primeşte. Din mica porţiune a suprafeţei planetei suficient de uscată pentru a sta pe ea, o parte surprinzător de mare este fie prea caldă, fie prea rece, prea uscată, prea aridă, prea abruptă sau prea înaltă pentru a ne fi de vreun folos. Trebuie să recunoaştem că, în parte, este vina noastră. În termeni de adaptabilitate, este uimitor cât de neajutoraţi sunt oamenii. Asemenea majorităţii animalelor, nu prea agreăm locurile fierbinţi, dar, pentru că transpirăm atât de mult şi cedăm atât de uşor atacurilor cerebrale, vulnerabilitatea noastră este mai mare decât a acestora. În cele mai vitrege condiţii – pe jos, fără apă, într-un deşert fierbinte –, majoritatea oamenilor intră în delir şi se prăbuşesc la pământ, de cele mai multe ori pentru a nu se mai ridica niciodată, în cel mult şapte sau opt ore. Suntem la fel de nepregătiţi şi pentru a face faţă frigului. Asemenea altor mamifere, oamenii se pricep de minune să genereze căldură, dar, pentru că avem atât de puţin păr, nu suntem capabili să o conservăm. Chiar şi pe o vreme relativ temperată, jumătate dintre caloriile pe care le ardeţi se duc pe menţinerea temperaturii corpului. Fireşte, putem contracara într-o mare măsură aceste vulnerabilităţi folosindu-ne de haine şi adăposturi, dar chiar şi aşa porţiunile de pe Pământ pe care suntem pregătiţi sau capabili să le ocupăm sunt extrem de modeste: numai 12%

din întreaga suprafaţă uscată şi doar 4% din cea totală, dacă includem şi apele.

Însă, dacă ne gândim la condiţiile din alte părţi ale universului cunoscut, nu este de mirare că folosim atât de puţin din planeta noastră, ci că am reuşit cumva să găsim o planetă din care putem folosi cât de puţin. Nu avem decât să cercetăm sistemul nostru solar – sau chiar Pământul în anumite perioade ale istoriei sale – pentru a ne da seama că majoritatea locurilor sunt mult mai aspre şi mai puţin tolerante faţă de viaţă decât globul nostru temperat, albastru, acoperit de ape.

Până acum, astronauţii au descoperit peste 250 de planete în afara sistemului solar, din cele zece miliarde de mii de miliarde câte se crede că există, prin urmare oamenii sunt departe de a-şi permite să afirme că sunt experţi în materie; se pare însă că, pentru a găsi o planetă care să întreţină viaţa, trebuie să fii teribil de norocos şi, cu cât formele de viaţă sunt mai avansate, cu atât trebuie să fii mai norocos. Diferiţi observatori au identificat vreo douăzeci de puncte deosebit de norocoase pe care le-am acumulat pe Pământ, dar cum aceasta este o trecere în revistă din avion, le vom extrage pe cele patru principale.

Amplasare excelentă. Bucurându-ne de o şansă aproape înfricoşătoare, ne aflăm la distanţa potrivită faţă de genul potrivit de stea suficient de mare pentru a radia o cantitate de energie, dar nu suficient de mare pentru a se consuma prea rapid. Faptul că o stea, cu cât este mai mare, cu atât se consumă mai repede este o curiozitate a fizicii. Dacă soarele nostru ar fi fost de zece ori mai mare decât acum, s-ar fi epuizat după zece milioane de ani, în loc de zece miliarde, iar noi nu am mai fi fost acum aici. De asemenea, avem noroc că orbităm aşa cum o facem în prezent. Dacă am fi fost mai aproape, tot ce se află pe Pământ ar fi fiert până la dispariţie. Dacă ne-am fi aflat mai departe, totul ar fi îngheţat.

În 1978, un astrofizician pe nume Michael Hart a făcut nişte calcule şi a ajuns la concluzia că Pământul ar fi fost nelocuibil dacă s-ar fi aflat cu numai 1% mai departe sau cu 5% mai aproape de Soare. Aceasta nu înseamnă prea mult şi, în realitate, nici nu este marja corectă. Între timp, cifrele au fost refăcute şi marja lărgită puţin – limitele mai corecte ale zonei locuibile sunt considerate între 5% mai aproape şi 15% mai departe – dar tot trebuie să ne încadrăm pe o centură îngustă[39].

Ca să înţelegem exact cât de îngustă este, nu trebuie decât să ne uităm la Venus. Aceasta este cu numai 40 de milioane de kilometri mai aproape de Soare decât noi. Căldura Soarelui ajunge la ea cu numai două minute înainte de a ajunge la noi. Venus este foarte asemănătoare cu Pământul ca dimensiuni şi compoziţie, dar mica diferenţă de distanţă a orbitelor a dus la apariţia tuturor celorlalte deosebiri existente. Se pare că, în vremea de început a sistemului solar, Venus era doar puţin mai caldă decât Pământul şi este foarte posibil să fi avut oceane. Dar acele câteva grade de căldură în plus au făcut ca Venus să nu-şi poată păstra apele de suprafaţă, ceea ce a dus la consecinţe dezastruoase pentru clima sa. Pe măsură ce apa s-a evaporat, atomii de hidrogen s-au eliberat în spaţiu, iar atomii de oxigen s-au combinat cu carbonul, formând o atmosferă densă de dioxid de carbon, gazul efectului de seră. Venus a devenit sufocantă. Deşi oamenii de vârsta mea îşi amintesc probabil de vremea în care astronomii sperau ca pe Venus să existe viaţă sub stratul de nori groşi, poate chiar vreun paradis tropical verde, acum ştim că mediul său este mult prea aspru pentru orice fel de viaţă pe care putem să ne-o imaginăm în limite rezonabile. Temperatura sa la suprafaţă este, cu cele 470°C ale sale, numai bună de copt, suficient de fierbinte pentru a topi plumbul, iar presiunea atmosferică, tot de la suprafaţă, este de nouăzeci de ori mai mare decât cea de pe Pământ, mai

mult decât poate suporta orice corp omenesc. Nu avem tehnologia necesară construirii unor costume sau măcar a unor nave spaţiale cu care să îi putem face o vizită. Cunoştinţele noastre despre suprafaţa lui Venus se bazează pe imagini surprinse cu un radar de mare distanţă şi pe câteva sunete ascuţite produse de o sondă sovietică fără oameni la bord, care a fost aruncată la noroc în nori în 1972 şi care abia dacă a funcţionat o oră înainte să se închidă definitiv.

Aşadar, iată ce se întâmplă când te duci cu două minute-lumină mai aproape de Soare. Dacă te îndrepţi în sens opus, problema nu mai este căldura, ci frigul, după cum ne atestă cu răceală Marte. Şi acesta era cândva un loc mai fertil, dar nu şi-a putut menţine atmosfera acceptabilă şi a devenit un deşert îngheţat.

Dar nu totul ţine de distanţa potrivită faţă de Soare, pentru că altfel Luna ar fi fertilă şi înfloritoare, ceea ce ştim prea bine că nu este adevărat. Pentru aceasta mai este nevoie şi de:

Tipul potrivit de planetă. Cred că nu s-ar găsi prea mulţi geofizicieni care, dacă li s-ar cere să-şi enumere avantajele, să includă printre ele faptul că se află pe o planetă cu un interior topit, dar este aproape sigur că, în lipsa magmei ce clocoteşte sub noi, nu ne-am afla acum aici. Pe lângă multe altele, interiorul nostru activ a creat emisiile de gaze care ne-au ajutat să avem o atmosferă şi ne-a asigurat câmpul magnetic care ne protejează ca un scut de radiaţiile cosmice. De asemenea, ne-a oferit plăcile tectonice care reînnoiesc şi reîncreţesc continuu suprafaţa. Dacă Pământul ar fi perfect plat, s-ar afla sub patru kilometri de apă. În acea imensitate oceanică singuratică ar putea exista viaţă, dar sigur nu s-ar juca fotbal.

Pe lângă un interior folositor, beneficiem de asemenea de elementele potrivite, în proporţiile potrivite. În sensul cel mai literal, suntem făcuţi din materialul potrivit. Este ceva

atât de important pentru bunăstarea noastră, încât vom discuta despre acest aspect mai pe larg imediat, dar mai înainte trebuie să analizăm şi ceilalţi doi factori şi vom începe cu un altul, de multe ori neglijat.

Suntem o planetă geamănă. În mod obişnuit, prea puţină lume consideră Luna o planetă-tovarăşă. Dar, în realitate, chiar asta este. Majoritatea sateliţilor sunt minusculi în comparaţie cu planetele cărora le aparţin. Sateliţii marţieni Phobos şi Deimos, de exemplu, au numai zece kilometri în diametru. Însă Luna noastră are mai mult de un sfert din diametrul Pământului, ceea ce înseamnă că planeta noastră este singura din sistemul solar cu o lună de dimensiuni apreciabile în comparaţie cu ea însăşi (cu excepţia lui Pluto, care oricum nu contează, pentru că este ea însăşi prea mică) – şi cât de important este acest lucru pentru noi!

Fără influenţa stabilizatoare a Lunii, Pământul s-ar clătina ca beat, cine ştie cu ce consecinţe asupra climei şi a vremii. Influenţa gravitaţională stabilă a Lunii menţine rotaţia Pământului la viteza şi unghiul potrivite pentru producerea condiţiilor necesare dezvoltării cu succes a vieţii pe termen lung. Dar asta nu va merge la nesfârşit. Luna se îndepărtează din raza noastră de influenţă cu o viteză de 4 cm pe an. Peste încă două miliarde de ani se va fi îndepărtat atât de mult, încât nu ne va mai menţine stabilitatea, iar noi va trebui să găsim alte soluţii. Dar, până atunci, ar trebui să o considerăm mai mult decât o apariţie agreabilă pe cerul nopţii.

Multă vreme, astronomii au presupus fie că Luna şi Pământul s-au format împreună, fie că Pământul a atras Luna, care plutea în derivă în jurul lui. După cum vă amintiţi probabil dintr-un capitol anterior, acum considerăm că, în urmă cu circa 4,4 miliarde de ani, un obiect de dimensiunile lui Marte s-a izbit de Pământ, aruncând în aer suficient material pentru a crea Luna din

reziduuri. Evident că pentru noi a fost un lucru pozitiv – cu atât mai mult cu cât s-a întâmplat cu multă vreme în urmă. Dacă ar fi fost în 1896 sau miercurea trecută, evident că nu am mai fi nici pe departe atât de încântaţi. Asta ne aduce la cea de-a patra şi, în multe privinţe, cea mai importantă observaţie.

Momentul. Universul este un loc uimitor de instabil şi aventuros, iar existenţa noastră în el este o minune. Dacă o lungă şi inimaginabil de complexă suită de evenimente, care se întinde până la 4,6 miliarde de ani în urmă, nu s-ar fi desfăşurat într-un anume fel şi în anumite momente, dacă, pentru a da un exemplu evident, dinozaurii nu ar fi fost raşi de pe faţa pământului de un meteorit, acum s-ar fi putut foarte bine să aveţi numai câţiva centimetri lungime, mustăţi şi coadă şi să citiţi toate acestea dintr-o vizuină.

Nu putem şti cu precizie, întrucât nu avem niciun element de comparaţie pentru existenţa noastră, dar pare evident că, dacă vrem să ajungem la stadiul unei societăţi cugetătoare, relativ avansată, trebuie să ne aflăm la capătul potrivit al unui foarte lung lanţ de rezultate în care s-au amestecat perioade cu o lungime rezonabilă de stabilitate cu cantitatea potrivită de presiuni şi obstacole (în această privinţă, erele glaciare par să fi fost deosebit de folositoare), marcate de o absenţă totală a cataclismelor devastatoare. După cum vom vedea în paginile care ne-au mai rămas, suntem foarte norocoşi că ne aflăm exact în această poziţie.

Şi cu aceasta, să ne îndreptăm acum atenţia către elementele din care suntem alcătuiţi.

Pe Pământ există nouăzeci şi patru de elemente care apar în mod natural, plus alte douăzeci şi trei care au fost create în laborator, dar la unele dintre acestea putem renunţa imediat, aşa cum de altfel au şi chimiştii tendinţa să facă. Nu puţine dintre elementele chimice ale

Pământului sunt surprinzător de puţin cunoscute. Astatiniul, de exemplu, este practic nestudiat. Are un nume şi un loc în Tabelul periodic al elementelor (chiar lângă poloniul lui Marie Curie), dar aproape nimic altceva. Problema nu este indiferenţa ştiinţei, ci raritatea lui. Pur şi simplu nu există suficient astatiniu pe Pământ. Însă cel mai greu de găsit element de pe Pământ pare să fie franciul, care este atât de rar, încât se crede că pe întreaga planetă, în orice moment, nu s-ar găsi mai mult de douăzeci de atomi de franciu. În ansamblu, numai circa treizeci dintre elementele care există în mod natural se află în cantităţi suficiente şi abia vreo şase dacă sunt de o importanţă reală pentru viaţă.

După cum vă aşteptaţi probabil, oxigenul este elementul cel mai abundent, reprezentând puţin sub cincizeci la sută din scoarţa Pământului. Dar cu această notabilă excepţie, cantităţile relative ale celorlalte elemente s-ar putea să vă surprindă. Cine ar ghici, de exemplu, că cel de-al doilea element ca abundenţă pe Pământ este siliciul, iar titaniul este al zecelea? Abundenţa nu are aproape nimic de-a face cu gradul de cunoaştere sau de utilitate pentru noi. Multe dintre elementele mai obscure sunt în realitate mai frecvente decât cele pe care le cunoaştem mai bine. Există mai mult ceriu pe Pământ decât cupru, mai mult neodim şi lantan decât cobalt sau azot. Cositorul abia dacă intră în primele cincizeci, fiind eclipsat de altele relativ mai obscure, precum praseodimul, samariul, gadoliniul sau disprosiul.

De asemenea, abundenţa nu are de-a face nici cu uşurinţa cu care a fost detectat elementul. Aluminiul este cel de-al patrulea element, cantitativ vorbind, alcătuind aproape 10% din ceea ce se află sub picioarele noastre, dar existenţa sa nu a fost nici măcar bănuită până când nu a fost descoperit, în secolul al XIX-lea, de Humphry Davy şi, multă vreme după aceea, a fost considerat un element rar şi preţios. Congresul american a fost la un pas de a pune o

bandă strălucitoare din foiţă de aluminiu pe vârful Monumentului Washington, pentru a arăta ce naţiune prosperă şi rafinată deveniseră americanii, iar cam în aceeaşi perioadă familia imperială franceză a renunţat la serviciul de argint pentru cinele de protocol şi l-a înlocuit cu unul de aluminiu. Spiritul modei era extrem de ascuţit, deşi cuţitele nu erau nici pe departe la fel.

Abundenţa nu este neapărat direct proporţională nici cu importanţa. Carbonul este abia pe locul cincisprezece, cantitativ vorbind, reprezentând un modest 0,048% din scoarţa Pământului, dar fără el am fi pierduţi. Atomul de carbon se individualizează prin promiscuitatea sa neruşinată. Este petrecăreţul lumii atomice, combinându-se cu foarte mulţi alţi atomi (inclusiv cu ai lui), ţinând strâns de ei şi formând trenuleţe moleculare de o robusteţe animată – însăşi găselniţa naturii pentru a forma proteinele şi ADN-ul. După cum scria Paul Davies: „Dacă nu ar exista carbonul, nu ar exista nici viaţa aşa cum o cunoaştem noi. Probabil că ar fi imposibilă orice formă de viaţă". Carbonul însă nu este prea abundent nici măcar în noi, care depindem într-o atât de mare măsură de el. Din fiecare două sute de atomi din corpul nostru, o sută douăzeci şi şase sunt de hidrogen, cincizeci şi unu de oxigen şi doar nouăsprezece de carbon[40].

Alte elemente sunt importante nu pentru a da viaţă, ci pentru a o menţine. Avem nevoie de fier pentru a produce hemoglobina, fără de care am muri. Cobaltul este necesar pentru producerea vitaminei B12. Potasiul şi puţin sodiu sunt literalmente bune pentru nervi. Molibdenul, magneziul şi vanadiul ajută la menţinerea fluxului de enzime. Zincul, drăguţul de el, oxidează alcoolul.

Am ajuns, prin evoluţie, să utilizăm şi să tolerăm aceste lucruri – altfel nu ne-am putea afla aici –, dar, chiar şi aşa, trăim între nişte limite de toleranţă destul de stricte. Seleniul este vital pentru noi toţi, dar dacă înghiţim un pic

prea mult poate deveni ultimul lucru pe care îl vom înghiţi vreodată. Gradul în care organismele au nevoie sau tolerează anumite elemente este o rămăşiţă a evoluţiei lor. Oile şi vacile pasc acum la un loc, dar, în realitate, ele au nevoie de elemente minerale diferite. Vacile moderne au nevoie de destul de mult cupru, pentru că au evoluat în părţi ale Europei şi Africii în care exista cupru din abundenţă. Pe de altă parte, oile au evoluat în zone sărace în cupru din Asia Mică. De regulă, toleranţa noastră faţă de elemente este direct proporţională cu abundenţa lor în scoarţa Pământului, lucru cât se poate de firesc. Am evoluat astfel încât să tolerăm, ba chiar să avem nevoie, în unele cazuri, de micile cantităţi de elemente rare care se acumulează în fibrele şi în carnea pe care le consumăm. Dar dacă mărim doza, uneori chiar cu o cantitate insignifiantă, s-ar putea să trecem un prag pe care nu ni-l dorim. Multe elemente sunt prea puţin înţelese. Nimeni nu ştie cu certitudine dacă o cantitate infimă de arsenic este sau nu necesară pentru sănătatea noastră, de exemplu. Unele autorităţi în materie spun că da, altele că nu. Singura certitudine este aceea că prea mult arsenic ucide.

Proprietăţile elementelor pot deveni şi mai ciudate atunci când le combinăm. Oxigenul şi hidrogenul sunt două dintre elementele cele mai inflamabile, dar, când sunt puse la un loc, produc apa neinflamabilă[41]. Combinaţii şi mai ciudate formează sodiul, unul dintre cele mai instabile elemente, şi clorul, unul dintre cele mai toxice. Dacă picuraţi o cantitate minusculă de sodiu pur în apa obişnuită, va exploda cu suficientă forţă pentru a vă ucide. Clorul este şi mai cunoscut pentru nocivitatea sa. Deşi în concentraţii mici este bun pentru eliminarea microorganismelor (mirosul puternic pe care îl emană înălbitorii provine de la clor), în cantităţi mai mari este fatal. De altfel, clorul a fost unul dintre cele mai frecvente elemente care au intrat în compoziţia gazelor toxice folosite

în Primul Război Mondial. Şi, după cum vor atesta numeroşi înotători cu ochii înroşiţi, corpul uman nu pare să-l aprecieze prea tare nici măcar într-o formă hiperdiluată. Dar dacă puneţi aceste două elemente nesuferite la un loc, ce obţineţi? Clorura de sodiu – sarea de bucătărie.

În general, dacă un element nu intră pe cale naturală în organismul nostru – dacă nu este solubil în apă, de exemplu –, avem tendinţa să îl respingem. Plumbul ne otrăveşte deoarece nu am fost expuşi la el până când nu ne-a venit ideea să îl introducem în conservele pentru mâncare şi instalaţiile sanitare. (Nu întâmplător, simbolul plumbului este Pb, de la latinescul plumbum, rădăcina cuvântului pentru „ţevi” – plumbing.) Şi romanii îşi aromatizau vinul cu plumb, ceea ce ar putea explica, în parte, de ce nu mai sunt astăzi forţa mondială de altădată. După cum am văzut înainte, performanţele americanilor în folosirea plumbului (ca să nu mai spunem de mercur, cadmiu şi toate celelalte gaze poluante industriale cu care ne alimentăm regulat) nu ne dau prea multe motive de îngâmfare. Dacă elementele nu apar natural pe Pământ, nu am dezvoltat de-a lungul evoluţiei nicio toleranţă la ele şi, prin urmare, sunt în general extrem de toxice pentru noi – de exemplu, plutoniul. Toleranţa noastră la plutoniu este zero: nu există cantitate suficient de mică încât să nu te pună jos.

V-am purtat printre consideraţii lungi ca să fac o observaţie scurtă: motivul pentru care Pământul pare miraculos de primitor ţine în mare parte de faptul că noi am evoluat astfel încât să ne adaptăm condiţiilor sale. Pe noi ne minunează nu atât faptul că este capabil să întreţină viaţa, ci că este capabil să întreţină viaţa noastră – ceea ce, la o adică, nu este deloc surprinzător. S-ar putea ca multe dintre lucrurile care fac ca această planetă să fie atât de minunată pentru noi – un Soare bine proporţionat, o Lună de sprijin, carbonul cooperant, mai multă magmă topită decât poţi cuprinde şi toate celelalte – să ne pară atât de

minunate doar pentru că am fost construiţi să ne bazăm pe ele. Nimeni nu poate afirma cu certitudine acest lucru.

S-ar putea să existe lumi care să adăpostească fiinţe recunoscătoare pentru lacurile lor argintii de mercur şi pentru norii călători de amoniu. Poate că aceste vieţuitoare sunt încântate că planeta lor nu le scutură zdravăn cu plăcile sale casante sau nu scuipă lavă peste peisaj, ci rămâne într-un permanent calm nontectonic. Vizitatorii potenţiali, ajunşi pe Pământ din lumi îndepărtate, ar fi cu siguranţă cel puţin dezorientaţi să vadă că trăim într-o atmosferă alcătuită din azot, un gaz posac, lipsit de orice chef de a reacţiona cu altceva, şi oxigen, care este un amic atât de apropiat al combustiei, încât trebuie să ne presărăm peste tot oraşele cu unităţi de pompieri pentru a ne proteja de efectele sale mai active. Şi chiar dacă vizitatorii noştri ar fi fiinţe bipede care respiră oxigen şi au malluri pentru cumpărături şi o adevărată pasiune pentru filmele de acţiune, este puţin probabil ca Pământul să li se pară un loc ideal. Nici măcar nu am putea să le dăm ceva de mâncare, pentru că toată mâncarea noastră conţine urme de magneziu, seleniu, zinc sau alte particule elementare şi este sigur că măcar unele dintre acestea ar fi otrăvitoare pentru ei. S-ar putea ca Pământul să nu li se pară deloc un paradis prielnic vieţii.

Fizicianul Richard Feynman obişnuia să facă o glumă despre concluziile a posteriori – raţionamentul invers, de la fapte cunoscute către posibilele cauze. „Ştii, în seara asta mi s-a întâmplat un lucru incredibil”, spunea el. „Am văzut o maşină cu numărul de înmatriculare ARW 357. Îţi dai seama? Dintre milioanele de numere din acest oraş, care erau şansele să-l văd tocmai pe ăsta în această seară? Uimitor!” Evident, dorea să sublinieze că este uşor să transformi orice situaţie banală într-una extraordinară dacă alegi să o consideri fatidică.

Prin urmare, este posibil ca evenimentele şi condiţiile care au condus la dezvoltarea vieţii pe Pământ să nu fie

atât de extraordinare pe cât am vrea noi să credem. Dar extraordinare au fost într-o mare măsură şi de un lucru putem fi siguri: suntem obligaţi să ne mulţumim cu ele până găsim altele mai bune.

Capitolul 17

Spre troposferă

Ce noroc pe capul nostru că există atmosfera. Ne ţine de cald. Fără ea, Pământul ar fi o bilă îngheţată, lipsită de viaţă, cu o temperatură medie de –50 °C. În plus, atmosfera absoarbe sau respinge razele cosmice care se îndreaptă spre noi, particulele cu sarcină electrică, razele ultraviolete şi altele asemenea. Pernuţa gazoasă a atmosferei este echivalentă cu un strat protector de beton de 4,5 m grosime, fără de care aceşti vizitatori invizibili din spaţiu ne-ar străpunge ca nişte minuscule pumnale. Chiar şi picăturile de ploaie ne-ar bombarda până am cădea laţi, dacă nu le-ar încetini atmosfera.

Cea mai uimitoare caracteristică a atmosferei noastre este aceea că nu e prea multă. Se întinde până pe la 190 km înălţime, o distanţă generoasă atunci când este privită de la nivelul solului, dar, dacă am reduce Pământul la dimensiunea unui glob de birou standard, atmosfera ar avea doar grosimea a vreo două straturi de lac.

Pentru comoditatea demersului ştiinţific, atmosfera este împărţită în patru straturi inegale: troposfera, stratosfera, mezosfera şi ionosfera (acum numită de multe ori termosferă). Troposfera este partea cea mai dragă nouă. Ea singură conţine suficientă căldură şi oxigen pentru a ne permite să trăim normal, deşi, pe măsură ce urci în straturile ei superioare, şi ea devine brusc tot mai ostilă vieţii. De la nivelul solului până la cel mai înalt punct al său, troposfera (sau „sfera schimbătoare”) are o grosime de circa 16 km la ecuator şi maximum 10 sau 11 km în zonele

temperate, unde trăim cei mai mulţi dintre noi. Optzeci la sută din masa atmosferei, practic toată apa şi, astfel, toate condiţiile atmosferice, se regăseşte în acest strat subţire şi dens. Între dumneavoastră şi dispariţie nu se află prea multe.

Dincolo de troposferă se găseşte stratosfera. Atunci când vedeţi vârful unui nor de furtună aplatizându-se în forma clasică de nicovală, observaţi de fapt graniţa dintre troposferă şi stratosferă. Acest tavan invizibil este cunoscut drept tropopauză şi a fost descoperit în 1902 de un francez, Léon-Philippe Teisserenc de Bort, dintr-un balon. „Pauză” în acest context nu înseamnă o oprire momentană, ci o încetare permanentă; derivă din aceeaşi rădăcină ca „menopauză”, din limba greacă. Chiar şi în punctul de maximă grosime al troposferei, tropopauza nu se află prea departe. Un ascensor rapid, de genul celor folosite în zgârie-norii moderni, v-ar duce până acolo în circa douăzeci de minute, deşi mai sănătos ar fi să nu întreprindeţi această aventură. O ascensiune atât de rapidă, fără presurizare, ar duce, în cel mai fericit caz, la edeme pulmonare şi cerebrale severe, un exces periculos de fluide în ţesuturile corpului. Când uşile s-ar deschide ca să puteţi coborî pentru a admira priveliştea panoramică, toţi cei aflaţi înăuntru ar fi morţi sau pe moarte. Chiar şi o ascensiune mai cumpătată ar fi însoţită de un disconfort serios. La zece kilometri altitudine, temperatura poate scădea la –57°C şi aţi avea nevoie de oxigen suplimentar sau cel puţin l-aţi accepta cu mare recunoştinţă.

După ce aţi părăsit troposfera, temperatura urcă din nou până la circa 4 °C, graţie efectelor absorbante ale ozonului (o altă descoperire a lui de Bort în îndrăzneaţa sa ascensiune din 1902). Apoi scade brusc până la –90°C în mezosferă, înainte să ţâşnească brusc la 1.500°C sau chiar mai mult în foarte sugestiv intitulata, dar eratica termosferă, unde temperaturile pot varia cu peste 500°C de la zi la noapte – deşi trebuie spus că la asemenea înălţimi

„temperatura” devine un concept oarecum teoretic. Temperatura este în realitate doar o măsură a activităţii moleculelor. La nivelul mării, moleculele de aer sunt atât de grele, încât o moleculă se poate mişca pe o distanţă infimă – cam a opta milioana parte dintr-un centimetru, ca să fim mai exacţi – înainte să se ciocnească de o alta. Pentru că în permanenţă se ciocnesc mii de miliarde de molecule, acestea transferă cantităţi mari de căldură. Dar la înălţimea termosferei, la peste optzeci de kilometri, aerul este atât de rarefiat, încât oricare două molecule se află la kilometri depărtare una de alta şi nu intră aproape niciodată în contact. Astfel că, deşi fiecare moleculă este foarte caldă, interacţiunile lor sunt puţine şi de aceea transferul de căldură este infim. Este un lucru bun pentru sateliţi şi navele spaţiale, pentru că, dacă ar exista un transfer de căldură mai eficient, orice obiect făcut de mâna omului care orbitează la acel nivel ar izbucni în flăcări.

Chiar şi aşa, navele spaţiale trebuie să aibă grijă în atmosfera înaltă, mai ales în momentul întoarcerii pe Pământ, după cum ne-a demonstrat atât de dramatic naveta Columbia în februarie 2003. Deşi atmosfera este foarte rarefiată, dacă o navă intră în ea într-un unghi prea ascuţit – mai mare de aproximativ şase grade – sau prea brusc, se poate izbi de suficiente molecule pentru a da naştere unei reacţii de natură extrem de explozivă. Dimpotrivă, dacă un vehicul intră în atmosferă într-un unghi prea mare, ar putea fi aruncat înapoi în spaţiu ca o piatră ce sare pe suprafaţa apei.

Dar nu este nevoie de o aventură la graniţa atmosferei pentru a ne reaminti ce fiinţe legate fără scăpare de pământ suntem. După cum ştie orice om care locuieşte într-un oraş aflat la altitudine, nu trebuie să urcaţi prea multe sute de metri faţă de nivelul mării ca să vedeţi cum corpul începe să protesteze. Chiar şi alpiniştii experimentaţi, care se bucură de o bună condiţie fizică, de antrenament şi rezerve de oxigen, odată ajunşi la înălţime, devin imediat

vulnerabili unor stări de confuzie, greaţă, epuizare, degerături, hipotermie, migrene, pierderea poftei de mâncare şi multe alte disfuncţii neplăcute. Corpul uman îi aminteşte proprietarului său prin mii de semnale evidente că nu a fost alcătuit pentru a funcţiona la înălţimi atât de mari faţă de nivelul mării.

Alpinistul Peter Habeler scria despre condiţiile din vârful Everestului: „Chiar şi în cele mai favorabile circumstanţe, fiecare pas făcut la acea altitudine cere un colosal efort de voinţă. Trebuie să-ţi impui să faci următoarea mişcare, să te întinzi după următorul punct de sprijin pentru mâini. Eşti permanent ameninţat de o oboseală ucigătoare, ca de plumb”. În The Other Side of Everest (Cealaltă faţă a Everestului), alpinistul şi cineastul britanic Matt Dickinson arată cum Howard Somervell, într-o expediţie britanică pe Everest din 1924, „s-a trezit sufocându-se după ce o bucată de carne infectată s-a desprins şi i-a blocat esofagul”. Într-un suprem efort de voinţă, Somervell a reuşit să tuşească şi să scuipe blocajul, care s-a dovedit a fi „întreaga mucoasă de pe laringele său”.

Este cunoscut faptul că organismul atinge un nivel periculos de disconfort la peste 7.500 m – o zonă cunoscută de alpinişti sub numele de Zona Morţii –, dar mulţi oameni se simt slăbiţi serios, ba chiar se îmbolnăvesc grav la înălţimi ce nu depăşesc 4.500 m. Fragilitatea nu are nimic de-a face cu condiţia fizică. Uneori, bunicuţii se simt excelent în zone înalte, în vreme ce urmaşii lor, mult mai în formă, sunt reduşi la neputinţă până coboară din nou la altitudini mai joase.

Limita absolută a toleranţei umane pentru a duce o existenţă neîntreruptă pare să fie de circa 5.500 m, dar chiar şi oamenii condiţionaţi să trăiască la acea altitudine s-ar putea să nu tolereze înălţimea multă vreme. În Life at the Extremes (Viaţa la extreme), Frances Ashcroft remarcă faptul că există exploatări miniere de sulf în Anzi la 5.800 m înălţime, dar că minerii preferă să coboare 460 m

în fiecare seară şi să urce înapoi în ziua următoare, în loc să trăiască neîntrerupt la acea înălţime. Oamenii care trăiesc în mod obişnuit la altitudine au de multe ori în spate mii de ani de evoluţie în care şi-au dezvoltat piepturi şi plămâni disproporţionat de mari şi şi-au mărit densitatea de globule roşii din sânge, purtătoare de oxigen, cu aproape o treime, deşi există o limită până la care sângele îşi poate mări cantitatea de globule roşii, dincolo de care devine prea gros pentru o curgere fluidă. Mai mult, la peste 5.500 m altitudine, nici măcar cele mai adaptate femei nu pot asigura fătului nenăscut suficient oxigen pentru a duce sarcina la termen.

În anii 1780, când au început ascensiunile experimentale în balon în Europa, oamenii au fost surprinşi cât de răcoare se făcea pe măsură ce urcau. Temperatura scade cam cu 1,6 °C la fiecare mie de metri altitudine. Logica elementară ar spune că, pe măsură ce te apropii mai mult de sursa de căldură, ar trebui să-ţi fie din ce în ce mai cald. Parţial, lucrurile se explică prin aceea că, de fapt, nu te apropii cu adevărat de Soare. Soarele se află la aproape o sută cincizeci de milioane de kilometri depărtare. O apropiere de câteva sute de metri de el este ca şi cum ai sta în Ohio, ai face un pas către un incendiu izbucnit în deşertul australian şi te-ai aştepta să simţi mirosul de fum. Răspunsul ne îndreaptă din nou către problema densităţii moleculelor din atmosferă. Căldura Soarelui încarcă atomii cu energie. Creşte ritmul în care aceştia se zbânţuie şi se zdruncină, iar starea lor mai energică îi face să se izbească unul de altul, eliberând căldura. Când simţiţi căldura Soarelui pe spate într-o zi de vară, de fapt percepeţi atomii excitaţi. Cu cât urcăm la înălţimi mai mari, cu atât există mai puţine molecule şi deci mai puţine coliziuni între ele. Aerul este o chestie înşelătoare. Chiar şi la nivelul mării, avem tendinţa să considerăm că aerul este eteric şi lipsit de greutate. În realitate, el apasă, iar apăsarea sa are de multe ori consecinţe. Acum mai bine de un secol,

cercetătorul marin Wyville Thomson scria: „Uneori, când ne trezim dimineaţa, descoperim că barometrul a urcat cu 2,5 centimetri şi peste noi s-a depus în timpul nopţii, în tăcere, o greutate de aproape o jumătate de tonă, dar nu simţim niciun disconfort, ci, dimpotrivă, un sentiment de exaltare şi vioiciune, pentru că este nevoie de un efort mai mic pentru a ne mişca trupurile într-un mediu mai dens". Motivul pentru care nu ne simţim zdrobiţi sub jumătatea de tonă de presiune în plus este acelaşi pentru care trupul nostru nu este strivit la mare adâncime sub apă: este alcătuit în cea mai mare parte din fluide necomprimabile, care reacţionează egalizând presiunea între interior şi exterior.

Dar de îndată ce aerul se pune în mişcare, ca într-o furtună sau chiar o adiere mai puternică, vă veţi aminti imediat că are o masă considerabilă. Există circa 5.200 de milioane de milioane de tone de aer în jurul nostru – aproximativ 65 de milioane de tone pentru fiecare kilometru pătrat de planetă –, un volum deloc neglijabil. Când milioane de tone de atmosferă trec pe lângă tine cu o viteză de 50-60 de kilometri pe oră, nu mai este deloc o surpriză să vezi cum crengile de copaci se rup, iar ţiglele zboară de pe acoperişuri. După cum remarca Anthony Smith, un front atmosferic tipic poate conţine şapte sute cincizeci de milioane de tone de aer rece ţintuite sub un miliard de tone de aer mai cald. Nu mai este de mirare că uneori rezultatul îţi dă fiori meteorologici.

Categoric, lumea de deasupra capetelor noastre nu duce lipsă de energie. S-a calculat că o furtună poate conţine o cantitate de energie egală cu consumul de electricitate pe patru zile în Statele Unite. În condiţiile potrivite, norii de furtună se pot ridica la înălţimi de zece până la cincisprezece kilometri şi conţin curenţi ascendenţi sau descendenţi cu viteze de peste 150 de kilometri la oră. De multe ori, ei se află unul lângă altul şi cam acesta ar fi motivul pentru care piloţii nu vor să zboare prin ei. În

vârtejul intern, particulele din nor se încarcă electric. Din motive incomplet înţelese, particulele mai uşoare tind să se încarce cu sarcină pozitivă şi să fie purtate de curenţii de aer către vârful norului. Particulele mai grele rămân la bază şi acumulează sarcină negativă. Aceste particule încărcate negativ simt o puternică chemare de a se repezi către Pământul încărcat cu sarcină pozitivă şi cel mai bine este să nu te afli în calea lor. Un fulger se deplasează cu 435.000 de kilometri pe oră şi poate încălzi aerul din jurul său până la un incandescent 28.000 °C, de câteva ori mai încins decât suprafaţa Soarelui. În orice moment, pe glob au loc circa 1.800 de furtuni – în medie, 40.000 pe zi. Pe toată planeta, zi şi noapte, cam la fiecare secundă, Pământul este lovit de circa o sută de descărcări electrice. Cerul e un loc plin de viaţă.

Multe dintre cunoştinţele noastre despre ceea ce se petrece în atmosferă sunt surprinzător de recente. Curenţii de aer foarte rapizi din stratosferă, cunoscuţi sub numele de jet stream, aflaţi de obicei la circa 9.000-10.000 m altitudine, se pot deplasa cu până la 300 km pe oră şi pot influenţa sistemele atmosferice deasupra unor continente întregi, iar cu toate acestea existenţa lor a fost bănuită abia atunci când piloţii au început să îi întâlnească, în timpul celui de-al Doilea Război Mondial. Chiar şi acum, multe dintre fenomenele atmosferice sunt doar vag înţelese. O formă de mişcare ondulatorie cunoscută popular sub numele de „goluri de aer” (CAT – clear-air turbulence) animă uneori zborurile avioanelor. Anual, apar în medie douăzeci de astfel de incidente suficient de severe pentru a fi înregistrate. Nu sunt asociate cu formaţiuni noroase ori cu altceva ce poate fi detectat vizual sau pe radar. Sunt doar aglomerări de turbulenţe în mijlocul cerului liniştit. Într-un incident tipic, un avion de pe ruta Singapore-Sydney zbura peste Australia Centrală în condiţii calme, când a pierdut brusc 90 m în înălţime – suficient pentru a-i arunca pe cei care nu purtau centurile de siguranţă în

tavan. Douăsprezece persoane au fost rănite, dintre care una grav. Nimeni nu ştie ce anume provoacă aceste perturbări bruşte de aer.

Procesul care mişcă masele de aer în atmosferă este acelaşi care alimentează motorul intern al planetei, şi anume convecţia. Aerul cald şi umed din regiunile ecuatoriale se ridică până când atinge bariera tropopauzei, unde se disipează. Pe măsură ce se îndepărtează de ecuator şi se răceşte, se scufundă. Când ajunge jos, o parte din acest aer descendent caută o arie de presiune joasă pe care să o umple, aşa că se îndreaptă din nou spre ecuator, încheind astfel circuitul.

La ecuator, procesul de convecţie este în general stabil, iar vremea relativ previzibilă, dar în zonele temperate tiparele sunt mult mai particularizate în funcţie de anotimp, localizate şi aleatorii, ceea ce duce la nesfârşite confruntări între sistemele de aer de joasă presiune şi cele de înaltă presiune. Sistemele de joasă presiune sunt create de aerul care se ridică şi care trimite moleculele de apă către cer, formând norii şi, într-un final, ploaia. Aerul cald poate conserva mai multă umezeală decât aerul rece, de aceea furtunile tropicale şi de vară au tendinţa să fie cele mai bogate în precipitaţii. Astfel, ariile de joasă presiune sunt în general asociate cu nori şi ploaie, iar cele de înaltă presiune anunţă soare şi vreme frumoasă. Când două astfel de sisteme se întâlnesc, de multe ori această întâlnire se manifestă la nivelul formaţiunilor de nori. De exemplu, norii stratus – acele formaţiuni nesuferite, lăbărţate care ne aduc un cer încărcat – se formează atunci când curenţii de aer ascendenţi, care conţin umezeală, nu au energia necesară să pătrundă printr-un nivel de aer mai stabil de deasupra şi, în schimb, se întind, precum fumul atunci când atinge tavanul. Dacă vă uitaţi la un fumător, o să vă faceţi o idee destul de clară despre cum funcţionează lucrurile, urmărind fumul care se ridică dintr-o ţigară într-o cameră

liniştită. La început, fumul se duce drept în sus (dacă vreţi să impresionaţi pe cineva, să ştiţi că aceasta se numeşte curgere laminară), iar apoi se răspândeşte într-un strat văluros şi difuz. Nici cel mai performant computer din lume, care ar efectua măsurători în mediul cel mai atent controlat posibil, nu ar putea prezice cu acurateţe ce forme vor lua aceste încreţituri, prin urmare, vă închipuiţi cu ce dificultăţi se confruntă meteorologii când încearcă să prezică mişcările lor în lumea la scară naturală, aflată în rotaţie şi în calea vânturilor.

Ceea ce ştim însă este că apar diferenţe de presiune atmosferică, întrucât căldura Soarelui este distribuită inegal pe planetă. Aerul nu se poate adapta la acest lucru, de aceea goneşte de colo-colo, încercând să egalizeze totul peste tot. Vântul este pur şi simplu o modalitate prin care aerul încearcă să ţină lucrurile în echilibru. Aerul circulă întotdeauna din zonele de presiune înaltă spre zonele de presiune joasă (după cum vă aşteptaţi; gândiţi-vă la orice obiect care conţine aer sub presiune – un balon sau o butelie de aer, un avion cu o fereastră lipsă – şi gândiţi-vă cu câtă insistenţă vrea acel aer sub presiune să plece în altă parte) şi, cu cât diferenţa de presiune este mai mare, cu atât vântul suflă mai cu putere.

Ca o precizare, asemenea majorităţii lucrurilor care se acumulează, viteza vântului creşte exponenţial, prin urmare, dacă vântul bate cu 300 km pe oră, el nu este doar de zece ori mai puternic decât vântul care bate cu 30 km pe oră, ci de o sută de ori mai puternic – şi, evident, mai distructiv. Dacă în acest efect accelerator introducem câteva milioane de tone de aer, vom obţine o energie devastatoare. O furtună tropicală poate elibera în douăzeci şi patru de ore atâta energie câtă foloseşte într-un an o ţară bogată de dimensiuni medii, precum Marea Britanie sau Franţa.

Tendinţa atmosferei de a-şi echilibra presiunea a fost bănuită mai întâi de Edmond Halley – omniprezentul – şi

dezvoltată în secolul al XVIII-lea de colegul său britanic George Hadley, care a observat că acele coloane de aer care urcă şi coboară au tendinţa să producă „celule” (cunoscute de atunci sub numele de „celule Hadley”). Deşi de profesie avocat, Hadley era foarte interesat de vreme (era, la urma urmei, englez) şi a sugerat chiar o legătură între celulele sale, rotaţia Pământului şi deviaţiile evidente ale aerului care produc alizeele. Însă cel care a explicat detaliile acestor interacţiuni în 1835 a fost Gustave-Gaspard de Coriolis, profesor la École Polytechnique din Paris, şi de aceea îl numim efectul Coriolis. (Celălalt merit al lui Coriolis, la aceeaşi şcoală, a fost să introducă instalaţiile pentru răcirea apei, care se pare că şi astăzi sunt cunoscute acolo sub numele de corios.) Pământul se roteşte alert, cu 1.675 de kilometri pe oră la ecuator, deşi, pe măsură ce te îndrepţi spre poli, viteza scade considerabil până la circa 900 de kilometri pe oră la Londra sau Paris, de exemplu. Dacă ne gândim bine, motivul este simplu de înţeles. Dacă te afli la ecuator, Pământul care se învârte trebuie să te poarte pe o distanţă destul de mare – în jur de 40.000 km – pentru a te aduce în acelaşi loc, în vreme ce, dacă te afli lângă Polul Nord, ar putea fi nevoie de numai câţiva metri pentru o rotaţie completă; cu toate acestea, în ambele cazuri este nevoie de douăzeci şi patru de ore pentru a ajunge de unde ai plecat. Concluzia logică este deci că, cu cât te afli mai aproape de ecuator, cu atât trebuie să te învârţi mai repede.

Efectul Coriolis explică de ce orice obiect care se mişcă prin aer într-o linie dreaptă, paralelă cu rotaţia Pământului, dacă se află la distanţa potrivită, pare să se curbeze spre dreapta în emisfera nordică şi spre stânga în emisfera sudică, pe măsură ce Pământul se mişcă dedesubtul său. Analogia standard pentru a vizualiza acest lucru este să vă închipuiţi că vă aflaţi în centrul unui carusel mare şi că aruncaţi o minge către cineva aflat pe margine. Până când mingea ajunge în acel loc, persoana ţintă s-a îndepărtat, iar

mingea trece prin spatele său. Din perspectiva celeilalte persoane, pare că mingea a făcut o curbă şi a trecut pe lângă ea. Acesta este efectul Coriolis, cel care formează curbele sistemelor atmosferice şi face ca furtunile să se deplaseze învârtindu-se ca nişte titirezi. Tot în funcţie de efectul Coriolis trebuie să se adapteze şi armele navale atunci când lansează proiectile de artilerie; un proiectil aruncat la 25 km, fără ajustare, va devia cu circa 100 m şi va plonja în mare fără niciun efect.

În raport cu importanţa practică şi psihologică pe care o are starea vremii pentru aproape toată lumea, trebuie să constatăm că meteorologia a devenit o ştiinţă foarte târziu, puţin înainte de începutul secolului al XIX-lea (deşi cuvântul „meteorologie” există de prin 1626, când a fost inventat de T. Granger într-o carte de logică).

O parte a problemei a reprezentat-o faptul că, pentru a te ocupa eficient de meteorologie, este nevoie de măsurători precise ale temperaturilor, iar multă vreme termometrele s-au dovedit a fi mult mai greu de construit decât vă imaginaţi. O măsurătoare corectă depindea de practicarea unui canal perfect egal într-un tub de sticlă, iar acest lucru nu era deloc uşor. Prima persoană care a rezolvat problema a fost Daniel Gabriel Fahrenheit, un fabricant olandez de instrumente, care a produs un termometru cu un grad mare de precizie în 1717. Însă, din motive necunoscute, a fixat instrumentul astfel încât punctul de îngheţ să fie la 32 de grade, iar cel de fierbere la 212 grade. Această excentricitate a numerelor a deranjat multă lume de la bun început, iar în 1742 Anders Celsius, un astronom suedez, a oferit o scală alternativă. Ca dovadă că rareori inventatorii reuşesc să facă ceva bine până la capăt, Celsius a fixat punctul de fierbere la 0 şi punctul de îngheţ la 100 pe scala sa, dar curând au fost inversate.

Persoana identificată cel mai des drept părintele meteorologiei moderne este farmacistul englez Luke

Howard, care a devenit cunoscut la începutul secolului al XIX-lea. Howard a rămas în memoria posterităţii până în prezent în principal pentru faptul că, în 1803, a denumit diferitele tipuri de nori. Deşi era un membru activ şi respectat al Linnaean Society şi aplicase principiile linnaeane în noua sa schemă, Howard a ales obscura Askesian Society drept forum pentru a-şi anunţa noua schemă de clasificare. (După cum poate vă amintiţi dintr-un capitol anterior, Askesian Society era organizaţia ai cărei membri erau neobişnuit de ataşaţi de plăcerile oxidului azotic, prin urmare, nu putem decât să sperăm că aceştia au tratat prezentarea lui Howard cu atenţia sobră pe care o merita. Asupra acestui punct exegeţii lui Howard păstrează o tăcere curioasă.)

Howard a împărţit norii în trei grupe: stratus, pentru norii cu mai multe straturi, cumulus pentru cei pufoşi (cuvântul înseamnă „adunat grămadă” în latină) şi cirus (cârlionţaţi) pentru formaţiunile înalte, subţiri, rarefiate, care prevestesc în general o vreme mai rece. Mai târziu, el le-a adăugat un al patrulea tip, nimbus (de la cuvântul latin pentru „nor”), pentru norii de ploaie. Frumuseţea sistemului lui Howard consta în faptul că aceste componente de bază puteau fi mai apoi recombinate liber pentru a descrie orice formă şi dimensiune a unui nor – stratocumulus, cirostratus, cumulonimbus şi tot aşa. A avut un răsunător succes imediat – şi nu numai în Anglia. Goethe a fost atât de încântat de sistem, încât i-a dedicat lui Howard patru poeme.

Sistemul lui Howard a fost mult îmbogăţit de-a lungul anilor, într-atât încât enciclopedicul, dar prea puţin cititul International Cloud Atlas se întinde pe două volume, dar interesant este faptul că practic toate tipurile de nori inventate după Howard – mammatus, pileus, nebulosis, spissatus, floccus şi mediocris sunt doar câteva exemple – nu au avut priză la oamenii din afara meteorologiei şi nici în interiorul ei prea mult, după cum am auzit. În treacăt fie

spus, prima ediţie mult mai concisă a atlasului, produsă în 1896, împărţea norii în zece tipuri de bază, dintre care cel mai umflat şi mai pufos era numărul nouă, cumulonimbus[42]. Se pare că aceasta este sursa expresiei „a fi în al nouălea cer”.

În ciuda greutăţii şi furiei câte unui nor de furtună cu cap de nicovală, norii sunt în mod obişnuit benigni şi mult mai inconsistenţi decât v-aţi imagina. Un cumulus de vară pufos, de câteva sute de metri, abia dacă are 100 până la 150 de litri de apă – „cam cât să umpli o vană ceva mai mare”, scria James Trefil. Îţi poţi face o idee despre cât de imaterial poate fi un nor făcând o plimbare prin ceaţă – ştiaţi că, de fapt, ceaţa nu este nimic altceva decât un nor ce nu are chef să zboare? Ca să-l citām din nou pe Trefil: „Dacă parcurgi o sută de metri printr-o ceaţă obişnuită, vei intra în contact numai cu circa opt mililitri de apă – nici măcar cât să iei o înghiţitură ca lumea”. Deci nu ne putem gândi la nori ca la nişte rezervoare de apă. În orice moment, numai circa 0,035% din apa dulce de pe Pământ pluteşte în jurul şi deasupra noastră.

Predicţiile despre ce se va întâmpla cu o moleculă de apă se întind pe o paletă foarte largă, în funcţie de locul în care cade. Dacă va cădea pe sol fertil, va fi înghiţită de plante sau se va evapora direct, din nou, în câteva zile sau chiar ore. Dacă îşi croieşte însă drum până în pânza freatică, s-ar putea să nu mai vadă lumina soarelui ani de zile sau chiar mii de ani, dacă ajunge la o adâncime destul de mare. Când vă uitaţi la un lac, vă uitaţi la o colecţie de molecule care stau acolo de circa un deceniu. Se crede că în ocean perioada medie de rezidenţă este de circa o sută de ani. În general însă, cam 60% dintre moleculele de apă dintr-o ploaie se întorc în atmosferă într-o zi sau două. După ce s-au evaporat, stau maximum o săptămână – Drury spune că douăsprezece zile – în nori, înainte să cadă din nou sub formă de ploaie.

Evaporarea este un proces rapid, după cum puteţi observa şi singuri dacă priviţi ce se întâmplă cu o băltoacă cu apă de ploaie într-o zi de vară. Chiar şi o mare de dimensiunile Mediteranei s-ar usca total într-o mie de ani dacă nu ar fi reaprovizionată permanent. Un astfel de eveniment a avut loc cu aproape şase milioane de ani în urmă şi a provocat ceea ce ştiinţa numeşte criza de salinitate din messinian[43]. Atunci, mişcarea continentală a închis strâmtoarea Gibraltar. Pe măsură ce Marea Mediterană se usca, conţinutul său evaporat cădea sub formă de ploaie cu apă dulce în alte mări, diluându-le uşor salinitatea, însă suficient pentru ca acestea să îngheţe pe suprafeţe mai mari decât în mod normal. Aria extinsă de gheaţă a respins mai mult din căldura Soarelui şi a împins Pământul într-o eră glaciară. Cel puţin aşa susţin teoriile.

Tot ce putem afirma cu certitudine este că o schimbare cât de mică din dinamica Pământului poate avea repercusiuni dincolo de limitele imaginaţiei. Vom vedea mai jos că este posibil ca tocmai un astfel de eveniment să ne fi creat pe noi.

Adevărata centrală energetică a comportamentului de suprafaţă al planetei sunt oceanele. Este din ce în ce mai accentuată tendinţa meteorologilor de a trata atmosfera şi oceanele ca un singur sistem, de aceea trebuie să le acordăm aici puţină atenţie. Apa reuşeşte de minune să păstreze şi să transporte căldura – ba chiar în cantităţi inimaginabile. În fiecare zi, Curentul Golfului transportă către Europa o cantitate de căldură echivalentă cu producţia de cărbune a lumii pe zece ani, motiv pentru care Anglia şi Irlanda au ierni atât de uşoare în comparaţie cu Canada şi Rusia. Dar, în acelaşi timp, apa se încălzeşte într-un ritm lent, de aceea lacurile şi piscinele sunt reci chiar şi în zilele cele mai fierbinţi. De aceea, în general, apare un decalaj între începutul astronomic oficial al unui anotimp şi

momentul în care avem sentimentul concret că anotimpul a început. Astfel, primăvara începe oficial în martie în emisfera nordică, dar în majoritatea locurilor abia dacă se face simţită prin aprilie, în cel mai bun caz.

Oceanele nu reprezintă o masă uniformă de apă. Diferenţele de temperatură, salinitate, adâncime, densitate şi toate celelalte au efecte importante asupra mişcării căldurii, care, la rândul ei, influenţează clima. De exemplu, Atlanticul este mai sărat decât Pacificul, un lucru foarte bun. Cu cât apa este mai sărată, cu atât este mai densă, iar apa densă se scufundă. Fără surplusul de sare, curenţii din Atlantic ar urca până în Oceanul Arctic, încălzind Polul Nord, dar privând Europa de atât de plăcuta ei căldură. Principalul agent al transferului de căldură pe Pământ este cunoscut sub numele de circulaţie termohalină, care îşi are originea în curenţii lenţi de foarte mare adâncime – un proces detectat pentru prima dată de contele von Rumford, cercetătorul aventurier, în 1797[44]. Fenomenul este următorul: apele de suprafaţă, pe măsură ce se apropie de Europa, devin mai dense şi se scufundă la mari adâncimi, de unde încep o lungă călătorie înapoi, către emisfera sudică. Când ajung în Antarctica, sunt prinse în Curentul Antarctic Circumpolar, care le împinge către Pacific. Procesul este foarte lent – poate dura până la 1.500 de ani pentru ca apa să ajungă din Atlanticul de Nord până în mijlocul Pacificului –, dar volumele de căldură şi apă pe care le transportă sunt considerabile, iar influenţa asupra climei este enormă.

(Cât despre felul în care ar putea cineva afla cât îi ia unei picături de apă să ajungă dintr-un ocean în celălalt, răspunsul este că oamenii de ştiinţă pot măsura anumiţi compuşi din apă, cum ar fi clorofluorocarbonii, şi pot calcula apoi cât a trecut de când au fost ultima oară în aer. Comparând o mulţime de măsurători de la diferite adâncimi

şi din diferite poziţii, pot descrie cu oarecare acurateţe mişcarea apei.)

Circulaţia termohalină nu numai că transportă căldura, ci ajută şi la introducerea în sistem a substanţelor nutritive, pe măsură ce curenţii se ridică şi coboară, ceea ce ajută peştii şi alte creaturi marine, punându-le la dispoziţie volume mai mari de ocean locuibil. Din nefericire, se pare că şi circulaţia poate fi extrem de sensibilă la schimbare. Potrivit simulărilor pe computer, chiar şi o diluare minoră a conţinutului de sare din ocean – de la topirea crescândă a gheţarilor din Groenlanda, de exemplu – ar putea întrerupe ciclul, cu efecte dezastruoase.

Mările ne fac şi un alt mare serviciu. Înghit volume enorme de carbon şi oferă mijloacele pentru a-l depozita în siguranţă. Una dintre ciudăţeniile sistemului nostru solar este aceea că Soarele arde cu circa 25% mai puternic acum decât în vremurile de început ale sistemului solar. Aceasta ar fi trebuit să ducă la o încălzire considerabilă a Pământului. După cum spune geologul englez Aubrey Manning, „această schimbare colosală ar fi trebuit să aibă un efect absolut catastrofal asupra Pământului şi totuşi se pare că lumea noastră aproape că nu a fost afectată”.

Aşadar, ce anume menţine planeta noastră rece şi stabilă? Viaţa. Mii şi mii de miliarde de minuscule organisme marine, de care cei mai mulţi dintre noi nu au auzit niciodată – foraminifere, alge calcaroase şi coccolite –, preiau carbonul atmosferic sub formă de dioxid de carbon, când acesta cade ca ploaie, şi îl folosesc (în combinaţie cu alte lucruri) pentru a-şi construi minusculele cochilii. Stocând carbonul în cochiliile lor, îl împiedică să se evapore din nou în atmosferă, unde ar deveni periculos prin acumularea sub formă de gaze de seră. Într-un târziu, toate acele minuscule foraminifere şi coccolite mor şi cad pe fundul mării, unde se comprimă şi intră în compoziţia calcarului. Când priveşti un fenomen natural atât de minunat precum falezele albe din Dover, Anglia, este

remarcabil faptul că sunt alcătuite aproape în întregime din minuscule organisme marine decedate, dar şi mai remarcabil este cât carbon au reuşit să sechestreze ele laolaltă. Un cub de cretă de Dover cu latura de 15 cm conţine peste 1.000 l de dioxid de carbon comprimat care, dacă s-ar afla oriunde în altă parte, nu ne-ar aduce nimic bun. În ansamblu, în rocile de pe Pământ se află stocat de circa optzeci de mii de ori mai mult carbon decât în atmosferă. Într-un târziu, o bună parte din această rocă va servi drept material vulcanic, care se va întoarce în atmosferă şi va cădea pe Pământ sub formă de ploaie, motiv pentru care acesta este numit ciclul natural al carbonului pe termen lung. Procesul durează foarte mult – circa o jumătate de milion de ani pentru un atom obişnuit de carbon –, dar, în absenţa altor tulburări, reuşeşte de minune să menţină clima stabilă.

Din păcate, fiinţele umane au o înclinaţie care frizează inconştienţa către tulburarea acestui ciclu, prin introducerea unui exces de carbon în atmosferă, indiferent dacă foraminiferele sunt pregătite să-l înghită sau nu. S-a estimat că, începând cu 1850, am pulverizat în aer circa o sută de miliarde de tone de carbon în exces, cu o creştere de circa şapte miliarde de tone anual. În ansamblu, aceasta nu înseamnă chiar atât de mult. Natura – în special prin erupţiile vulcanice şi degradarea plantelor – trimite aproximativ două sute de miliarde de tone de dioxid de carbon în atmosferă în fiecare an, aproape de treizeci de ori mai mult decât trimitem noi, cu toate maşinile şi fabricile noastre. Dar nu trebuie decât să aruncăm o privire către pâcla de deasupra oraşelor, a Marelui Canion şi, uneori, chiar deasupra falezelor albe din Dover pentru a înţelege ce schimbare produce contribuţia noastră.

Ştim, din mostre de gheaţă foarte veche, că nivelul „natural” de dioxid de carbon din atmosferă – adică de dinainte să începem noi să îl umflăm prin activitatea industrială – este de aproximativ două sute optzeci de părţi

la un milion. Până în 1958, când oamenii în halate de laborator au început să îi acorde atenţie, se ridicase deja la trei sute cincisprezece părţi la un milion. Astăzi, ajunge la peste trei sute şaizeci de părţi la milion şi creşte cu 0,25% pe an. Se estimează că până la finele secolului XXI va creşte la circa cinci sute şaizeci de părţi la milion.

Până acum, oceanele şi pădurile Pământului (care stochează la rândul lor o mare cantitate de carbon) au reuşit să ne salveze de noi înşine, dar, după cum spune Peter Cox de la Biroul Britanic de Meteorologie: „Există un prag critic până la care biosfera naturală ne protejează de efectele emisiilor noastre şi dincolo de care începe chiar să le amplifice". Există teama că se va declanşa o foarte rapidă accelerare a încălzirii Pământului. Incapabili să se adapteze, mulţi copaci şi alte plante vor muri, eliberând depozitele de carbon şi amplificând problema. Astfel de cicluri au mai avut loc în trecutul îndepărtat, chiar fără contribuţia omului. Partea bună este că, până şi atunci, natura se dovedeşte minunată. Este aproape cert că, într-un final, ciclul carbonului se va relua de la sine şi va readuce Pământul la o stare de stabilitate şi fericire. Ultima oară când s-a întâmplat acest lucru nu a fost nevoie decât de şaizeci de mii de ani.

Capitolul 18

Conducta de legătură

Imaginaţi-vă cum ar fi să trăiţi într-o lume dominată de oxidul de hidrogen, un compus care nu are nici gust, nici miros şi cu proprietăţi atât de variabile, încât în general este benign, dar alteori poate deveni brusc letal. În funcţie de starea sa, vă poate opări sau îngheţa. În prezenţa anumitor molecule organice, poate forma acizi carbonici atât de agresivi, încât pot smulge frunzele din copaci sau eroda feţele statuilor. În cantităţi uriaşe, dacă este agitat,

poate lovi cu o furie căreia niciun edificiu ridicat de om nu i-ar putea rezista. Chiar şi pentru cei care au învăţat să se împace cu el, este adesea o substanţă ucigaşă. Noi o numim apă.

Apa este peste tot. Un cartof conţine până la 80% apă, o vacă 74%, o bacterie 75%. O roşie, cu 95% apă, abia dacă mai este şi altceva decât atât. Chiar şi oamenii conţin 65% apă, ceea ce înseamnă că suntem mai mult lichizi decât solizi, într-o proporţie de doi la unu. Apa este ciudată. Este informă, transparentă şi totuşi adorăm să stăm lângă ea. Nu are gust şi totuşi gustul ei ne încântă. Călătorim pe distanţe lungi şi plătim o mică avere să o vedem strălucind în soare. Ştim că este periculoasă şi îneacă mii de oameni în fiecare an şi totuşi abia aşteptăm să ne bălăcim în ea.

Pentru că apa este omniprezentă, avem tendinţa să scăpăm din vedere ce substanţă extraordinară este. Nu ne ajută aproape cu nimic dacă dorim să facem predicţii corecte despre proprietăţile altor lichide şi nici viceversa. Dacă nu aţi şti nimic despre apă şi v-aţi baza premisele pe comportamentul celor mai apropiaţi compuşi din punct de vedere chimic – selenitul de hidrogen sau sulfitul de hidrogen –, v-aţi aştepta să fiarbă la –93°C, iar la temperatura camerei să fie gaz.

Prin răcire, majoritatea lichidelor se contractă cu circa zece la sută. Şi apa face acelaşi lucru, dar numai până la un punct. Când ajunge aproape de îngheţ, începe – perversă, înşelătoare şi surprinzătoare – să crească în volum. Când ajunge în formă solidă, este cu aproape o zecime mai voluminoasă decât înainte. Datorită acestei expansiuni, gheaţa pluteşte pe apă – „o proprietate de maximă bizarerie”, potrivit lui John Gribbin. Dacă i-ar lipsi acest minunat capriciu, gheaţa s-ar scufunda, iar lacurile şi oceanele ar îngheţa de la fund spre suprafaţă. Gheaţa de la suprafaţă păstrează căldura în interior, altfel aceasta ar radia în exterior, iar apa ar rămâne şi mai rece, formând

mai multă gheaţă. Curând, ar îngheţa chiar şi oceanele şi aproape sigur ar rămâne aşa multă vreme, poate chiar pentru totdeauna – condiţii nu tocmai favorabile vieţii. Din fericire pentru noi, apa nu pare să-şi bată capul cu legile chimiei sau ale fizicii.

Toată lumea ştie că formula apei este H_2O, ceea ce înseamnă că este formată dintr-un atom mai mare de oxigen, de care sunt legaţi doi atomi mai mici de hidrogen. Atomii de hidrogen se agaţă cu încrâncenare de gazda lor de oxigen, dar, de asemenea, îşi creează legături pasagere cu alte molecule de apă. Prin natura sa, molecula de apă se lansează într-un fel de dans cu alte molecule de apă, formând perechi un moment, pentru a trece apoi mai departe, aşa cum se schimbă partenerii într-un cadril, pentru a folosi frumoasa comparaţie a lui Robert Kunzig. Poate că un pahar cu apă nu vi se pare teribil de animat, dar moleculele din el schimbă partenerii de miliarde de ori pe secundă. De aceea, moleculele de apă se reunesc pentru a forma grupuri precum bălţile sau lacurile, dar nu suficient de strâns încât să nu poată fi separate cu uşurinţă, ca atunci când ne aruncăm într-o piscină. În orice moment am măsura, numai 15% dintre ele se află în contact direct.

Într-un fel însă, legătura este foarte puternică, de aceea moleculele de apă pot curge în sus atunci când sunt propulsate cu presiune, iar picăturile de apă de pe capota unei maşini dovedesc dorinţa încăpăţânată de a se uni cu partenerele lor. Şi tot de aceea apa are tensiune de suprafaţă. Moleculele de la suprafaţă sunt mai puternic atrase de moleculele surate de dedesubt şi din jurul lor decât de moleculele de aer de deasupra. Astfel, se creează un fel de membrană suficient de puternică pentru a susţine insectele şi pietrele cu care ne jucăm „de-a broasca”. Şi tot din acest motiv vă usturǎ pielea când plonjaţi cu burtica pe apă.

Este de la sine înţeles că fără ea am fi pierduţi. Lipsit de apă, corpul uman se năruie rapid. În numai câteva zile, buzele „se retrag, de parcă ar fi amputate, gingiile se înnegresc, nasul se strânge la jumătate din lungime, iar pielea din jurul ochilor se contractă cât poate de mult, pentru a împiedica clipitul”, se spune într-o descriere. Apa este cu adevărat vitală, încât pierdem uşor din vedere faptul că, cu excepţia unei porţiuni minuscule, apa de pe Pământ este otrăvitoare pentru noi – ucigătoare chiar – din cauza sării pe care o conţine.

Avem nevoie de sare pentru a trăi, dar numai în cantităţi foarte mici, iar apa de mare conţine cantităţi mult mai mari – de circa şaptezeci de ori mai mari – de sare decât putem noi metaboliza fără niciun pericol. Un litru obişnuit de apă de mare conţine numai 2,5 linguriţe de sare de bucătărie – din aceea pe care o presărăm pe mâncare –, dar cuprinde cantităţi mult mai mari din alte elemente, compuşi şi alte substanţe solide dizolvate, cunoscute colectiv sub numele de săruri. Proporţiile în care aceste săruri şi minerale se regăsesc în ţesuturile noastre sunt surprinzător de similare cu cele conţinute de apa de mare – transpirăm şi plângem apă de mare, după cum spuneau Margulis şi Sagan –, dar, ca o ciudăţenie, nu tolerăm să fie introduse în organism din exterior. Dacă introduceţi o cantitate mare de săruri în organism, metabolismul dumneavoastră intră foarte repede în criză. Moleculele de apă din fiecare celulă se vor năpusti precum pompierii voluntari, în încercarea de a dilua şi a elimina valul brusc de săruri. În acest moment, celulele sunt în pericol: se văd private de apa de care au atâta nevoie pentru a-şi desfăşura funcţiile normale. Într-un cuvânt, se deshidratează. În situaţii extreme, deshidratarea duce la atacuri vasculare, pierderea cunoştinţei şi leziuni craniene. În acest timp, celulele sangvine suprasolicitate transportă sarea către rinichi, care, în cele din urmă, se simt copleşiţi şi se blochează. Iar dacă rinichii nu ne mai funcţionează, murim. Iată de ce nu bem apă sărată.

Pe Pământ există 1,3 miliarde de kilometri cubi de apă şi asta este tot ce vom obţine vreodată. Sistemul s-a închis: practic vorbind, nu se poate adăuga sau retrage nimic. Apa pe care o beţi îşi vede de treburile ei pe aici încă de pe vremea tinereţii Pământului. În urmă cu 3,8 miliarde de ani, oceanele atinseseră (cu o oarecare aproximaţie) volumul din prezent.

Acest tărâm de apă este cunoscut sub numele de hidrosferă şi într-o măsură copleşitoare înseamnă ocean. Mările reprezintă 97% din apa de pe Pământ, iar cea mai mare parte a ei se află în Pacific, care este mai mare decât toate masele continentale la un loc. Întregul Pacific reuneşte puţin peste jumătate din apa oceanică a lumii (51,6%); Atlanticul adună 23,6%, iar Oceanul Indian 21,2%, în vreme ce toate celelalte mări alcătuiesc doar 3,6%. Adâncimea medie a oceanului este de 3,86 kilometri; Pacificul este în medie cu trei sute de metri mai adânc decât Atlanticul şi Oceanul Indian. Şaizeci la sută din suprafaţa planetei este formată din ocean cu o adâncime mai mare de 1,6 km. După cum remarca Philip Ball, planeta noastră mai bine s-ar chema Apă decât Pământ.

Cea mai mare parte a apei dulci de pe Pământ, adică cei 3% din total, se găseşte sub formă de gheaţă. O cantitate infimă – 0,036% – se găseşte în lacuri, râuri şi bazine, iar o parte şi mai mică – numai 0,001% – există în nori şi în vapori. Aproape 90% din gheaţa de pe planetă se află în Antarctica, iar din restul cea mai multă în Groenlanda. Dacă mergeţi la Polul Sud, veţi sta pe mai bine de trei kilometri de gheaţă, iar la Polul Nord, numai pe cinci metri. Numai în Antarctica sunt 25 km^3 de gheaţă – suficient pentru a înălţa nivelul oceanului cu 60 m, dacă s-ar topi toată. Dar dacă toată apa din atmosferă ar cădea sub formă de ploaie, distribuită egal, oceanele ar deveni mai adânci cu numai 2 cm.

Să menţionăm în treacăt că nivelul mării reprezintă de fapt, într-o mare măsură, un concept abstract. Mările nu au

un singur nivel. Valurile, vânturile, forţa Coriolis şi alte efecte modifică nivelul apei în mod considerabil, de la un ocean la altul şi chiar în interiorul aceluiaşi ocean. Pacificul este cu aproximativ 45 cm mai înalt de-a lungul coastei occidentale – o consecinţă a forţei centrifuge create de rotaţia Pământului. La fel ca atunci când trageţi o albie cu apă, iar apa tinde să se scurgă spre capătul opus, de parcă ar refuza să vină după dumneavoastră, la fel şi rotaţia spre est a Pământului împinge apa către marginile de vest ale oceanului.

Având în vedere cât de importante au fost mările dintotdeauna pentru noi, este uluitor cât de mult i-a luat lumii să se aplece asupra lor cu un ochi ştiinţific. Până spre jumătatea secolului al XIX-lea, majoritatea cunoştinţelor despre oceane se bazau pe reziduurile aduse la mal sau pe ceea ce se prindea în plasele de pescuit, iar aproape toate scrierile porneau mai mult de la poveşti şi supoziţii decât de la dovezi fizice. În anii 1830, naturalistul britanic Edward Forbes a cercetat fundul Oceanului Atlantic şi al Mării Mediterane şi a declarat că nu exista viaţă în mări la adâncimi mai mari de 600 m. Părea o teorie rezonabilă. La acea adâncime nu exista lumină, deci nici viaţa plantelor nu era posibilă, iar presiunea apei se ştia că este foarte mare. Aşadar, a fost întru câtva o surpriză în 1860 când unul dintre primele cabluri telegrafice transatlantice a fost ridicat de la peste trei kilometri adâncime pentru reparaţii şi s-a descoperit că este acoperit cu un strat gros de corali, scoici şi alte organisme vii.

Prima cercetare bine organizată a mărilor a avut loc abia în 1872, când o expediţie comună organizată de British Museum, Academia Regală şi guvernul britanic a pornit din Portsmouth pe o fostă navă de război numită HMS Challenger. Expediţionarii au navigat prin lume vreme de trei ani şi jumătate, colectând mostre de apă, prinzând peşti la plasă şi aducând la suprafaţă sedimente. Era o muncă plicticoasă peste poate, cum vă puteţi uşor închipui.

Dintr-o echipă de 240 de cercetători şi membri ai echipajului, unu din patru a părăsit nava, iar alţi opt au murit sau au înnebunit – „împinşi la rătăcire de rutina năucitoare a anilor de scotocit”, în cuvintele istoricului Samantha Weinberg. Dar au navigat aproape 130.000 km, colecţionând peste 4.700 de noi specii de organisme marine, adunând suficiente informaţii pentru a scrie un raport în cincizeci de volume (pentru alcătuirea căruia a fost nevoie de nouăsprezece ani) şi aducând lumii numele unei noi discipline ştiinţifice: oceanografia. Prin măsurarea adâncimilor, au mai descoperit că în mijlocul Atlanticului păreau să existe munţi submarini, fapt ce i-a determinat pe unii observatori entuziaşti să speculeze că acolo s-ar fi găsit continentul pierdut Atlantida.

Întrucât lumea instituţionalizată a ignorat aproape complet mările, a rămas în seama amatorilor devotaţi – şi foarte rari – să ne spună ce se întâmplă acolo, în adâncuri. Explorarea modernă a apelor de mare adâncime începe cu Charles William Beebe şi Otis Barton în 1930. Deşi erau parteneri cu drepturi egale, mai insolitul Beebe a primit întotdeauna mai multă atenţie în consemnări. Născut în 1877 într-o familie cu dare de mână din New York City, Beebe a studiat zoologia la Universitatea Columbia, apoi şi-a luat o slujbă ca îngrijitor de păsări la Societatea Zoologică din New York. Când s-a săturat de această slujbă, s-a hotărât să adopte o viaţă de aventurier şi, în următorul sfert de secol, a călătorit mult prin Asia şi America de Sud, însoţit de o suită de asistente atrăgătoare, ale căror atribuţii erau descrise ingenios drept „documentarist şi tehnician” sau „asistent în problemele peştilor”. Şi-a finanţat aceste ocupaţii scriind o serie de cărţi de popularizare cu titluri precum *Edge of the Jungle (La marginea junglei)* sau *Jungle Days (Aventuri în junglă)*; a scris totuşi şi câteva cărţi respectabile despre viaţa sălbatică şi ornitologie.

Pe la mijlocul anilor 1920, într-o călătorie în insulele Galápagos, a descoperit „deliciile legănatului”, după cum descria el scufundările la mare adâncime. La scurt timp după aceea, a făcut echipă cu Barton, care provenea dintr-o familie şi mai bogată, care studiase tot la Columbia şi care, la rându-i, tânjea după aventură. Deşi aproape întotdeauna meritele îi sunt atribuite lui Beebe, în realitate Barton este cel care a proiectat prima batisferă (de la cuvântul grecesc pentru „adânc”) şi a asigurat fondurile de douăsprezece mii de dolari pentru construcţia sa. Era o cameră mică şi obligatoriu solidă, din fontă cu o grosime de 3 cm şi cu două mici hublouri cu blocuri de cuarţ de 8 cm grosime. În ea încăpeau doi oameni, dar numai dacă erau dispuşi la o familiaritate extremă. Chiar şi după standardele acelei epoci, tehnologia nu era nici pe departe sofisticată. Sfera nu era în niciun fel manevrabilă – atârna pur şi simplu la capătul unui cablu lung şi era dotată cu sistem de respirare dintre cele mai primitive: pentru a neutraliza propriul dioxid de carbon, deschideau cutii cu suc de limetă, iar pentru absorbţia umezelii, un tub mic cu clorură de calciu, peste care presărau uneori frunze de palmier, pentru a accelera reacţiile chimice.

Dar mica batisferă fără nume şi-a făcut treaba pentru care fusese creată. La prima scufundare, în iunie 1930, în Bahamas, Barton şi Beebe au stabilit un record mondial coborând la 183 m. În 1934 împinseseră recordul la peste 900 m, unde avea să rămână până după al Doilea Război Mondial. Barton credea că mecanismul era sigur până la o adâncime de circa 1.400 m, deşi presiunea asupra fiecărei balamale şi a fiecărui nit se făcea resimţită zgomotos cu fiecare metru pe care îl cobora. Indiferent de adâncime, era o muncă ce presupunea curaj şi risc. La 900 m, mica lor cameră era supusă unei presiuni de aproape 30.000 de tone pe metru pătrat. Dacă ar fi depăşit limitele de toleranţă ale structurii, la acea adâncime moartea ar fi fost instantanee, după cum preciza Beebe ori de câte ori avea

ocazia în numeroasele sale cărţi, articole şi emisiuni radio. Însă principala preocupare era aceea că macaraua de la bordul vasului, care trebuia să susţină o bilă de metal şi două tone de cablu de oţel, avea să cedeze şi să-i trimită pe cei doi în plonjon pe fundul mării. Dacă s-ar fi întâmplat aşa ceva, nimic nu i-ar mai fi putut salva.

Singurul lucru pe care nu l-au realizat scufundările lor a fost să ofere prea multe informaţii ştiinţifice valoroase. Deşi au întâlnit numeroase creaturi care nu mai fuseseră văzute înainte, vizibilitatea limitată şi faptul că niciunul dintre îndrăzneţii acvanauţi nu avea pregătire în oceanografie făceau ca de multe ori să nu fie capabili să îşi descrie descoperirile atât de detaliat pe cât îşi doreau cu atâta ardoare adevăraţii oameni de ştiinţă. Sfera nu avea lumină externă, doar un bec de 250 W, pe care îl ţineau la înălţimea ferestrei, dar oricum apa de la peste 150 m adâncime era practic impenetrabilă, iar ei o cercetau printr-un cuarţ de 8 cm, aşadar, orice creatură ar fi dorit să vadă trebuia să fie cel puţin la fel de interesată de ei pe cât erau ei de ea. Prin urmare, relatările lor se limitau la faptul că acolo, jos, se petrec o mulţime de lucruri ciudate. La una dintre scufundările din 1934, Beebe a fost uimit să vadă un şarpe gigantic „de peste şase metri lungime şi foarte gros". Dar a trecut prea repede şi nu a observat nimic altceva decât o umbră. Orice ar fi fost, nimeni nu a mai văzut de atunci încoace ceva asemănător. În general, relatările lor erau ignorate de academicieni, tocmai pentru că erau atât de vagi.

După scufundarea-record din 1934, Beebe şi-a pierdut interesul pentru scufundări şi a trecut la alte aventuri, dar Barton a perseverat. Spre meritul său, Beebe a spus întotdeauna oricui întreba că Barton a fost adevăratul creier din spatele aventurii, dar Barton a părut incapabil să iasă din anonimat. Şi el a scris relatări incitante ale aventurilor lor submarine, ba chiar a jucat într-un film, la Hollywood, numit Titanii din adâncuri, în care apăreau o

batisferă şi multe aventuri interesante, în bună parte fictive, cu sepii gigantice agresive şi altele asemenea. A făcut chiar reclamă la ţigările Camel („Nu îmi dau fiori de enervare”). În 1948 a îmbunătăţit recordul de adâncime cu 50%, ajungând la 1.370 m în Oceanul Pacific, în apropierea Californiei, dar lumea părea hotărâtă să îl ignore. Un critic de film de la un ziar a crezut chiar că vedeta filmului Titanii din adâncuri a fost Beebe. În prezent Barton se poate considera norocos dacă i se mai menţionează numele.

În orice caz, avea să fie complet eclipsat de o echipă formată din tată şi fiu din Elveţia, Auguste şi Jacques Piccard, care proiectau un nou tip de sondă pentru adâncimi numită batiscaf (însemnând „vas pentru adânc”). Botezat Trieste, după numele oraşului italian în care a fost construit, noul mecanism putea fi manevrat independent, deşi cam tot ce ştia să facă era să meargă în sus şi în jos. Într-una din primele sale scufundări, la începutul lui 1954, a coborât până la peste 4.000 m adâncime, aproape de trei ori mai mult decât recordul lui Barton de şase ani mai devreme. Dar scufundările la mare adâncime necesitau o puternică susţinere financiară, iar familia Piccard se îndrepta încet spre faliment.

În 1958 au încheiat o înţelegere cu Marina Statelor Unite prin care îi acordau dreptul de proprietate, dar îşi păstrau controlul. Acum, scăldaţi în fonduri, cei doi Piccard au reconstruit camera, ducând pereţii până la aproape 13 cm grosime şi reducând ferestrele până la un diametru de numai 5 cm – un pic mai mari decât gaura cheii. Dar acum era suficient de puternică pentru a suporta presiuni enorme, iar în ianuarie 1960 Jacques Piccard şi locotenentul Don Walsh din Marina Statelor Unite s-au scufundat lent către fundul celui mai adânc canion al oceanului, Groapa Marianelor, la circa 400 km de Guam, în Pacificul de Vest (descoperită, nu întâmplător, de Harry Hess, cu a sa undă sonoră). Le-a luat puţin sub patru ore ca să coboare la 10.918 metri. Deşi presiunea la acea

adâncime era de aproape douăsprezece mii de tone pe metru pătrat, au observat cu surprindere că la contactul cu fundul oceanic au deranjat un peşte cu corpul plat care trăia acolo. Nu aveau niciun fel de aparat de fotografiat, prin urmare nu există nicio mărturie vizuală a acestui eveniment.

După numai douăzeci de minute în punctul cel mai adânc din lume, s-au întors la suprafaţă. A fost singura dată când fiinţele umane au pătruns atât de adânc.

Patruzeci de ani mai târziu, se naşte firesc întrebarea: de ce nu s-a mai întors nimeni acolo de atunci încoace? Pentru început, continuarea scufundărilor s-a lovit de opoziţia viceamiralului Hyman G. Rickover, un bărbat cu un temperament aprins, cu vederi fixiste şi, cel mai relevant, cu un control deplin asupra carnetului de cecuri al departamentului. Considerând că explorările subacvatice reprezentau o risipă de resurse, el a atras atenţia că Marina nu este un institut de cercetare. Mai mult, ţara era pe cale să se dedice pe deplin călătoriilor spaţiale şi aventurii trimiterii omului pe Lună, pe lângă care investigaţiile subacvatice păreau nesemnificative şi chiar desuete. Dar motivul decisiv a fost acela că scufundarea sondei Trieste nu a adus prea multe beneficii concrete. Un oficial al Marinei avea să explice câţiva ani mai târziu: „Nu am aflat prea multe din asta, decât că se putea face. Şi de ce să o repetăm?”. Pe scurt, era un drum prea lung pentru a găsi un calcan; în plus, era şi foarte costisitor. S-a estimat că repetarea exerciţiului în prezent ar costa cel puţin 100 de milioane de dolari.

Când cercetătorii subacvatici şi-au dat seama că Marina nu avea nicio intenţie să continue programul de explorare promis, decizia a fost întâmpinată cu un strigăt de protest îndurerat. În parte pentru a-şi domoli criticii, aceasta a oferit fonduri pentru un submersibil mai avansat, care să fie folosit de Institutul Oceanografic Woods Hole din Massachusetts. Denumit Alvin, cumva indirect în onoarea

oceanografului Allyn C. Vine, avea să fie un minisubmarin pe deplin manevrabil, deşi nu avea să coboare nici pe departe atât de adânc ca Trieste. Exista o singură problemă: proiectanţii nu au găsit pe nimeni dispus să-l construiască. William J. Broad spunea în The Universe Below (Universul din adâncuri): „Nicio companie mare, precum General Dynamics, care construia submarine pentru Marină, nu a vrut să accepte un proiect discreditat atât de Biroul Vaselor, cât şi de amiralul Rickover, zeii patronajului naval”. Într-un târziu, ca să nu spun în disperare de cauză, Alvin a fost construit de General Mills, compania de produse alimentare, la o fabrică în care se făceau maşinile care produceau cerealele pentru micul dejun.

Cât despre ce se mai afla acolo, în adâncuri, oamenii ştiau chiar foarte puţin. Până spre mijlocul anilor 1950, cele mai bune hărţi de care dispuneau oceanografii se sprijineau într-o măsură copleşitoare pe puţinele detalii din rarele studii disparate datând de prin 1929, bazate în principal pe un ocean de presupuneri. Marina americană deţinea hărţi excelente pentru a-şi ghida submarinele prin canioane şi pe lângă guyoţi, dar nu dorea ca aceste informaţii să cadă în mâinile sovieticilor, de aceea le ţinea secrete. Prin urmare, oamenii de ştiinţă trebuiau să se descurce cu studii antice şi sumare sau să se bazeze pe prezumţii hazardate. Până astăzi, cunoştinţele noastre despre fundul oceanului păstrează o rezoluţie uluitor de mică. Dacă vă uitaţi pe Lună cu un telescop standard din propria curte, veţi observa cratere enorme – Fracastorious, Blancanus, Zach, Planck şi multe altele, familiare oricărui cercetător lunar –, care ar fi însă necunoscute dacă s-ar afla pe fundul oceanelor. Avem hărţi mai bune de pe Marte decât pentru fundul oceanic al planetei noastre.

Şi la nivelul suprafeţei, tehnicile de investigaţie s-au bazat oarecum pe improvizaţie. În 1994, 34.000 de mănuşi de hochei pe gheaţă au fost măturate peste bordul unui

cargobot coreean, în timpul unei furtuni din Pacific. Mănuşile au fost împrăştiate peste tot, din Vancouver până în Vietnam, ajutându-i pe oceanografi să urmărească direcţia curenţilor cu mai multă precizie ca niciodată.

Astăzi Alvin are aproape patruzeci de ani, dar rămâne cel mai avansat vas de cercetare din lume. Încă nu există niciun fel de submersibile care să coboare la o adâncime apropiată de Groapa Marianelor şi numai cinci vase, inclusiv Alvin, pot cerceta adâncimile „câmpiei abisale" – fundul oceanic de mare adâncime – care acoperă mai bine de jumătate din suprafaţa planetei. Pentru un vas de scufundare tipic, ziua de funcţionare costă circa 25.000 de dolari, aşadar nu prea sunt aruncate în apă după toane, cu atât mai puţin trimise în mare cu speranţa că vor da întâmplător peste ceva interesant. Este aproape ca şi cum experienţa noastră directă asupra lumii de la suprafaţă s-ar baza pe munca a cinci indivizi care explorează călare pe tractoare de grădină, după căderea serii. Robert Kunzig spune că este posibil ca oamenii să fi cercetat „a milioana sau a miliarda parte din întunericul mării. Poate mai puţin. Poate chiar mult mai puţin".

Dar oceanografii pot fi acuzaţi de orice, mai puţin de resemnare, şi au reuşit mai multe descoperiri importante cu resursele lor limitate – inclusiv una dintre cele mai importante şi mai inovatoare descoperiri biologice din secolul XX, în 1977. În acel an, Alvin a descoperit colonii de organisme mari ce trăiesc în şi în jurul gurilor de mare adâncime din largul Insulelor Galápagos – viermi tubulari de peste 3 m lungime, scoici de 30 cm lăţime, creveţi şi midii de adâncime, viermi tentaculari (Loimia medusa). Cu toţii îşi datorează existenţa vastelor colonii de bacterii, care îşi datorează la rândul lor propria energie şi supravieţuire sulfurilor de hidrogen – compuşi extrem de toxici pentru fiinţele de suprafaţă – care se eliberează permanent din gurile subacvatice. Era o lume complet independentă de soare, oxigen şi orice alt lucru asociat în mod normal cu

viaţa. Era un sistem viu, bazat nu pe fotosinteză, ci pe chimiosinteză, o formă de organizare pe care biologii ar fi respins-o din start ca fiind absurdă, dacă cineva ar fi avut suficientă imaginaţie să o sugereze.

Aceste guri subacvatice eliberează cantităţi enorme de căldură şi energie. Două duzini produc împreună la fel de multă energie ca o centrală energetică mare, iar gama de temperaturi din jurul lor este uriaşă. Temperatura la punctul de eliberare poate ajunge la 400°C, în vreme ce la doi metri distanţă apa poate fi cu numai două sau trei grade peste nivelul de îngheţ. S-a descoperit că un gen de viermi, din familia *Alvinellidae,* trăiesc chiar pe marginile gurilor, acolo unde apa este cu 78°C mai caldă la capetele lor decât la cozi. Înainte de asta, se crezuse că niciun organism complex nu putea supravieţui în ape mai calde de circa 54°C, când colo, iată unul care supravieţuia în ape mai calde de atât şi, în acelaşi timp, extrem de reci deasupra. Această descoperire a metamorfozat percepţia noastră despre condiţiile necesare vieţii.

Ea a răspuns de asemenea uneia dintre marile enigme ale oceanografiei – ceva ce mulţi dintre noi nici nu au înţeles că este o enigmă –, anume, de ce oceanele nu devin mai sărate în timp. Cu riscul de a repeta o banalitate, marea conţine o mulţime de sare – suficientă pentru a îngropa fiecare bucăţică de pământ la o adâncime de 150 de metri. Se ştie de secole că râurile poartă mineralele către mare, iar aceste minerale se combină cu ionii din apa oceanică pentru a forma săruri. Până acum, nimic neobişnuit. Surprinzător era însă faptul că nivelurile de salinitate ale mării sunt stabile. Milioane de litri de apă dulce se evaporă zilnic din ocean, lăsând toate sărurile în urmă, astfel încât logic ar fi ca mările să devină mai sărate odată cu trecerea anilor, dar nu se întâmplă aşa. Există ceva care extrage din apă o cantitate de sare echivalentă cu cantitatea adăugată. Multă vreme, nimeni nu şi-a putut închipui cine este responsabil de asta.

Gurile de la mare adâncime descoperite de Alvin ofereau un răspuns. Geofizicienii şi-au dat seama că aceste cratere acţionau precum filtrele dintr-un acvariu de peşti. Apa este purtată în scoarţa Pământului, unde sunt extrase sărurile din ea, iar apoi este aruncată din nou afară apă dulce prin conurile vulcanice. Procesul este lent – poate dura până la zece milioane de ani să cureţi un ocean –, dar, dacă nu te presează nimic, este extrem de eficient.

Probabil că nimic nu exprimă mai elocvent distanţa psihologică dintre noi şi adâncimile oceanice decât faptul că principalul scop declarat al oceanografilor din timpul Anului Geofizic Internaţional 1957-1958 a fost acela de a studia „întrebuinţarea adâncimilor oceanice pentru deversarea deşeurilor radioactive”. Vă este clar, sper, aceasta nu era o misiune ascunsă, ci un motiv de mândrie publică. Şi, într-adevăr, deşi nu fusese prea mult comentată public până în 1957-1958, deversarea de deşeuri radioactive începuse deja, cu un avânt care ar fi trebuit să ne sperie de peste un deceniu. Din 1946, Statele Unite au început să care cargouri cu bidoane de câte 200 l de deşeuri vâscoase radioactive către Insulele Fallarone, la vreo 50 km de coasta Californiei, aproape de San Francisco, unde pur şi simplu le aruncau peste bord.

Totul se făcea cu o neglijenţă nemaipomenită. Majoritatea butoaielor erau exact ca acelea pe care le vedeţi ruginind în spatele staţiilor de benzină sau pe lângă fabrici, fără nicio formă de izolare sau închidere de protecţie. Când nu se scufundau, cum se întâmpla de cele mai multe ori, puşcaşii marini le ciuruiau cu gloanţe ca să pătrundă apa în ele (şi, fireşte, să iasă plutoniul, uraniul şi stronţiul). Înainte de oprirea acestor deversări în anii 1990, Statele Unite aruncaseră deja multe sute de mii de butoaie în circa cincizeci de locuri din ocean – aproape cincizeci de mii de butoaie numai în Fallarone. Dar Statele Unite n-au fost nici pe departe singurele. Printre campionii entuziaşti

ai deversărilor s-au aflat Rusia, China, Japonia, Noua Zeelandă şi aproape toate naţiunile Europei.

Şi oare ce efecte or fi avut toate acestea asupra vieţii din mare? Noi sperăm cât mai mic, dar în realitate nu avem nici cea mai vagă idee. Ne menţinem o uluitoare, arogantă şi strălucitoare ignoranţă în privinţa vieţii de sub mări. Până şi cele mai consistente fiinţe oceanice ne sunt de multe ori neînchipuit de puţin cunoscute – inclusiv cele mai puternice dintre ele, marea balenă albastră, o creatură de proporţii leviatanice, a cărei (ca să-l cităm pe David Attenborough) „limbă cântăreşte cât un elefant, a cărei inimă are dimensiunile unui automobil, iar unele dintre vasele sale de sânge sunt atât de largi, încât poţi înota prin ele”. Este cea mai mare fiinţă sălbatică pe care a creat-o Pământul până acum, mai mare chiar decât cei mai greoi dinozauri. Şi totuşi, pentru noi, viaţa balenelor albastre rămâne în bună parte un mister. În cea mai mare parte a timpului, nici nu ştim pe unde se află – de exemplu, unde se înmulţesc sau ce trasee folosesc pentru a ajunge acolo. Puţinul pe care-l ştim despre ele provine aproape în exclusivitate din trasul cu urechea la sunetele lor, dar până şi acestea sunt un mister. Uneori balenele albastre încep un cântec, îl întrerup, apoi îl reiau exact din acelaşi punct şase luni mai târziu. Alteori încep un cântec nou pe care niciun membru al speciei nu l-a auzit vreodată, dar pe care toţi îl ştiu deja. Suntem departe de a înţelege cum de reuşesc acest lucru. Iar acestea sunt animale care trebuie să revină în mod constant la suprafaţă pentru a respira.

Pentru animalele care nu au nevoie să iasă la suprafaţă, obscuritatea poate fi chiar mai tentantă. Gândiţi-vă la cunoştinţele noastre despre faimosul calmar uriaş. Deşi este departe de dimensiunile balenei albastre, e cu siguranţă un animal colosal, cu ochii de dimensiunile unei mingi de fotbal, cu tentacule ce pot ajunge până la 18 m lungime. Cântăreşte aproape o tonă şi este cea mai mare nevertebrată de pe Terra. Dacă arunci una într-o piscină

mai mică, nu-ţi mai rămâne loc de nimic. Şi totuşi, niciun cercetător – şi nicio persoană, din câte ştim noi – nu a văzut vreodată un calmar uriaş viu. Zoologii şi-au dedicat cariere întregi încercării de a captura sau măcar de a vedea un calmar uriaş viu, dar nu au reuşit niciodată. Sunt cunoscuţi în principal datorită exemplarelor aruncate pe plaje – şi, nu se ştie din ce motiv, cel mai adesea pe plajele Insulei de Sud a Noii Zeelande. Probabil că există în număr foarte mare, întrucât reprezintă o parte importantă a dietei caşalotului, iar caşalotul are nevoie de o alimentaţie consistentă[45].

Potrivit unor estimări, ar putea exista până la 30 de milioane de specii de animale care trăiesc în mare, majoritatea fiind încă nedescoperite. Primele indicii despre abundenţa vieţii în adâncuri au apărut recent, prin anii 1960, odată cu inventarea saniei demersale – un sistem de dragare care colectează organisme nu doar de pe şi din apropierea fundului oceanic, ci şi îngropate în sedimente. Într-o singură incursiune de o oră de-a lungul platoului continental, la o adâncime de circa un kilometru şi jumătate, oceanografii Howard Sandler şi Robert Hessler de la Woods Hole au prins în plasa lor peste 25.000 de exemplare – viermi, stele-de-mare, castraveţi-de-mare şi altele asemenea – reprezentând 365 de specii. Chiar şi la o adâncime de aproape 5 km, au găsit circa 3.700 de fiinţe din aproape 200 de specii de organisme. Dar aparatul nu putea prinde decât creaturi care erau prea lente sau prea proaste ca să se ferească. La sfârşitul anilor 1960, unui biolog marin pe nume John Isaacs i-a venit ideea să coboare o cameră cu o nadă legată de ea şi a descoperit chiar mai multe, în principal roiuri de mixine încolăcite, nişte creaturi primitive asemănătoare ţiparilor, bancuri de peşti grenadieri (familia Macrouridae). Acolo unde apare brusc o sursă de hrană bună – de exemplu, unde moare o balenă şi se duce la fund –, s-a descoperit că vin până la 390 de

specii de creaturi marine să se ospăteze din ea. Ciudat este faptul că aceste vietăţi vin de la distanţe de până la 1.600 km. Între ele s-au găsit specii de midii şi de scoici care nu au tocmai faimă de călători pasionaţi. Acum se crede că larvele anumitor organisme pot pluti în derivă prin apă până când, prin mijloace chimice necunoscute, detectează că au dat peste o sursă de hrană şi se reped asupra ei.

Şi dacă mările sunt atât de vaste, atunci de ce le suprasolicităm cu atâta uşurinţă? Pentru început, ar trebui să spunem că mările lumii nu-şi împart uniform abundenţa. În ansamblu, mai puţin de 10% din ocean este considerat productiv în mod natural. Majoritatea speciilor acvatice preferă să trăiască în ape puţin adânci, unde găsesc lumină, căldură şi materie organică din abundenţă, care să alimenteze lanţul trofic. De exemplu, recifele de corali alcătuiesc mult sub un procent din spaţiul oceanului, dar adăpostesc circa un sfert din peştele oceanic.

Prin alte părţi, oceanul nu este nici pe departe atât de bogat. De exemplu, în Australia. Cu 36.735 km de coastă şi peste 23 de milioane km^2 de ape teritoriale, malurile sale sunt spălate de mai multe ape decât orice altă ţară şi totuşi, după cum remarcă Tim Flannery, nici măcar nu intră în primele cincizeci de naţiuni la pescuit. Mai mult, în Australia importul de peşte şi fructe de mare depăşeşte cu mult exportul. Aceasta pentru că o bună parte din apele Australiei, ca şi din Australia însăşi, este în esenţă deşertică (o excepţie notabilă o reprezintă Marea Barieră de Corali din largul Queenslandului, de o productivitate somptuoasă). Din cauza solului sărac, revărsările sale abundente nu aduc practic niciun fel de substanţe hrănitoare.

Chiar şi în locurile propice vieţii, mediul este extrem de sensibil la tulburări. În anii 1970, pescarii din Australia şi, într-o mai mică măsură, din Noua Zeelandă au descoperit

bancuri de peşti prea puţin cunoscuţi la adâncimi de circa 800 m pe platourile lor continentale. Erau cunoscuţi drept peşti pion portocaliu (Hoplostethus atlanticus), erau delicioşi şi într-un număr mare. Aproape cât ai zice peşte, pescadoarele au început să prindă până la 40.000 de tone de peştişori portocalii pe an. Apoi, biologii marini au făcut o descoperire alarmantă. Peştii pion portocaliu trăiesc extrem de mult şi se maturizează foarte greu. Unii pot avea până la o sută cincizeci de ani. Dacă aţi mâncat vreodată un astfel de peşte, trebuie să ştiţi că s-ar putea să se fi născut pe vremea când domnea regina Victoria. Ei au adoptat acest stil de viaţă de o încetineală extremă pentru că apele în care trăiesc sunt extrem de sărace în resurse. În astfel de ape, unii peşti se înmulţesc o singură dată în viaţă. Evident că aceste populaţii nu pot suporta prea multe perturbări. Din nefericire, până să se înţeleagă acest lucru, stocul existent fusese decimat masiv. Chiar şi printr-un management eficient, vor trece decenii bune până când populaţia se va reface, dacă se va mai reface vreodată.

Însă prin alte părţi distrugerea oceanelor a fost provocată mai mult din rea intenţie decât din neştiinţă. Mulţi pescari „dorsează” rechinii – adică le taie aripioara dorsală, apoi îi aruncă înapoi în apă, ca să moară. În 1998 aripioarele de rechin se vindeau în Extremul Orient cu peste 110 dolari kilogramul, iar un castron de supă de aripioare de rechin se comercializa la Tokyo cu 100 de dolari. World Wildlife Fund estima în 1994 că numărul rechinilor ucişi anual se încadra între 40 şi 70 de milioane.

Prin 1995, circa 37.000 de pescadoare de dimensiuni industriale şi circa un milion de bărci mai mici dădeau iama prin oceane, adunând de două ori mai mulţi peşti decât în urmă cu numai douăzeci şi cinci de ani. Unele traulere sunt mari cât vasele de croazieră şi târăsc după ele plase uriaşe, cât să cuprindă o duzină de avioane cu reacţie de mare capacitate. Unele folosesc chiar avioane de cercetare, pentru a localiza din aer bancurile de peşti.

S-a estimat că circa un sfert din captura fiecărei plase este o „captură secundară” – peşte ce nu poate fi adus la mal fie pentru că este prea mic, fie pentru că nu e din specia căutată ori pentru că este prins într-un sezon nepotrivit. Un observator spunea odată pentru The Economist: „Ne aflăm încă în epoca primitivă. Aruncăm pur şi simplu plasa şi aşteptăm să vedem ce pică”. Aproape 22 de milioane de tone de astfel de peşte nedorit sunt aruncate înapoi în mare în fiecare an, cea mai mare parte în stadiul de cadavre. La fiecare kilogram de crevete adunat, sunt nimicite aproximativ patru kilograme de peşte şi alte creaturi marine.

Zone întinse de pe fundul Mării Nordului sunt drenate la sânge de traulere late de până la şapte ori pe an, un grad de perturbare căruia nu îi poate face faţă niciun ecosistem. Potrivit multor estimări, cel puţin două treimi dintre speciile din Marea Nordului sunt afectate de pescuitul excesiv. Lucrurile nu stau mai bine nici în Atlantic. Cândva, halibutul era atât de abundent în largul coastei statului New England, încât fiecare barcă de pescuit putea aduce la mal până la nouă tone pe zi. Acum halibutul aproape că a dispărut de pe coasta nord-estică a Americii.

Însă nimic nu se compară cu soarta codului. La sfârşitul secolului al XV-lea, exploratorul John Cabot a descoperit cod în cantităţi incredibile pe bancurile din estul Americii de Nord – ape puţin adânci, pline de peşti care se hrănesc de pe fundul mării, precum codul. Cabot relata uluit că peştele se găsea în cantităţi atât de mari, încât navigatorii îl adunau cu coşurile. Unele bancuri erau enorme. Georges Banks, din largul statului Massachusetts, este mai întins decât statul pe care îl mărgineşte. Grand Banks, din Terra Nova, este şi mai mare, iar secole de-a rândul a fost înţesat de cod. Se credea că este inepuizabil. Fireşte că nu este câtuşi de puţin aşa.

Până în 1960, cantitatea de cod matur din nordul Atlanticului a scăzut la 1,6 milioane de tone, conform

estimărilor. În 1990 scăzuse la 22.000 de tone. În termeni comerciali, codul este o specie dispărută. Mark Kurlansky scrie în fascinanta sa istorie Cod: „Pescarii i-au prins pe toţi”. Codul s-ar putea să fi părăsit Atlanticul de Vest pentru totdeauna. Chiar dacă în 1992 pescuitul codului a fost interzis complet pe Grand Banks, până în toamna lui 2002, potrivit unei estimări din revista Nature, rezervele încă nu înregistraseră nicio revenire. Kurlansky scrie că fileurile sau crochetele de peşte erau cândva din cod, dar acesta a fost înlocuit de eglefin, apoi de sebastă, iar în ultima vreme de codul de Pacific. În prezent, afirmă el sec, „peşte” înseamnă „ce a mai rămas”.

Cam acelaşi lucru se poate spune despre multe dintre celelalte fructe de mare. În pescăriile din New England, din largul statului Rhode Island, cândva era ceva obişnuit să pescuieşti homari de 9 kg. Uneori depăşeau 13 kg. Dacă nu sunt deranjaţi, homarii trăiesc decenii de-a rândul – se crede că până la şaptezeci de ani – şi nu se opresc din crescut. În prezent, puţini homari cântăresc peste un kilogram la captură. The New York Times scria: „Biologii estimează că 90% dintre homari sunt prinşi la mai puţin de un an după ce ating dimensiunea legală minimă, în jurul vârstei de şase ani”. În ciuda capturilor din ce în ce mai slabe, pescarii din New England continuă să primească stimulente prin scutirile de taxe de stat şi federale care îi încurajează – în unele cazuri, aproape că îi obligă – să facă rost de bărci mai mari şi să secătuiască mările mai abitir. În prezent, pescarii din Massachusetts se mulţumesc să pescuiască hidoasele mixine pentru care există o piaţă minimă în Orientul Îndepărtat, dar care au început şi ele să se împuţineze.

Ignoranţa noastră în ceea ce priveşte dinamica după care se desfăşoară viaţa marină este remarcabilă. Dacă în zonele în care s-a pescuit excesiv viaţa subacvatică este mult mai săracă decât ar trebui, în alte ape mai sărăcuţe de la natură viaţa e mult mai bogată decât ar fi cazul.

Oceanele sudice din jurul Antarcticii produc numai 3% din fitoplanctonul lumii – mult prea puţin, se pare, pentru a susţine un ecosistem complex, şi totuşi reuşesc. Focile mâncătoare de crabi nu sunt tocmai o specie de care să fi auzit toată lumea, dar s-ar putea să reprezinte a doua specie ca număr de pe Pământ, după oameni. Pe calota glaciară din jurul Antarcticii ar putea trăi până la cincisprezece milioane de exemplare. Mai sunt până la două milioane de foci Weddell, cel puţin o jumătate de milion de pinguini imperiali şi poate până la patru milioane de pinguini Adelie. Aşadar, lanţul trofic este supraîncărcat, dar cumva rezistă. Ciudat este că nimeni nu ştie cum.

Toate acestea reprezintă o cale extrem de ocolită de a sublinia că ştim foarte puţine despre cel mai mare sistem de pe Terra. Dar, pe de altă parte, după cum vom vedea în paginile următoare, când începi să vorbeşti despre viaţă, întâlneşti oricum o mulţime de mistere, între care nu cel mai mic este modul în care s-a născut.

Capitolul 19

Începuturile vieţii

În 1953, un absolvent de la Universitatea din Chicago, Stanley Miller, a luat două retorte – una conţinând puţină apă care să reprezinte oceanul primitiv, iar cealaltă un amestec de gaze din metan, amoniac şi sulfură de hidrogen, care să reprezinte atmosfera timpurie a Pământului –, le-a legat prin tuburi de cauciuc şi a introdus câteva scântei electrice care să ţină locul unui fulger. După câteva zile, apa din retorte s-a făcut verde şi galbenă, un borş consistent de aminoacizi, acizi graşi, zaharuri şi alţi compuşi organici. Laureatul Premiului Nobel Harold Urey, îndrumătorul lui Miller, observa cu satisfacţie: „Dacă Dumnezeu nu a procedat astfel, a ratat o mare ocazie”.

Din presa vremii s-ar fi putut crede că tot ceea ce mai trebuia făcut era ca cineva să scuture bine retortele, iar viaţa avea să se scurgă din ele. Timpul a arătat că nu era nici pe departe atât de simplu. În ciuda unei jumătăţi de secol de continuare a studiilor, azi nu ne aflăm cu nimic mai aproape de posibilitatea de a sintetiza viaţa decât eram în 1953 – în schimb, ne aflăm mult mai departe de a ne imagina că am putea face acest lucru. Acum oamenii de ştiinţă sunt aproape siguri că atmosfera timpurie nu era deloc atât de pregătită pentru evoluţie precum tocăniţa gazoasă a lui Miller şi Urey, ci mai degrabă un amestec mult mai puţin reactiv de azot şi dioxid de carbon. Repetarea experimentelor lui Miller, pornind de la noile premise, mai provocatoare, nu a produs până în prezent decât un aminoacid destul de primitiv. Şi, oricum, nu producerea aminoacizilor este de fapt problema. Problema sunt proteinele.

Proteinele sunt ceea ce obţii când legi aminoacizii între ei – şi avem nevoie de o mulţime de astfel de proteine. Nimeni nu ştie cu exactitate, dar ar putea exista până la un milion de tipuri de proteine în corpul uman şi fiecare dintre ele este un mic miracol. După toate legile probabilităţii, proteinele nu ar trebui să existe. Pentru a obţine o proteină, trebuie să aduni aminoacizi (pe care, în virtutea unei lungi tradiţii, mă simt obligat să îi numesc „pietrele de temelie ale vieţii”) într-o ordine anume, cam în acelaşi fel în care reuneşti literele într-o ordine anume pentru a forma un cuvânt. Problema este că în alfabetul aminoacidic cuvintele sunt de multe ori excesiv de lungi. Pentru a forma cuvântul „colagen”, numele unui tip frecvent de proteină, trebuie să aranjezi şapte litere în ordinea corectă. Pentru a obţine colagen, trebuie să aranjezi 1.055 de aminoacizi într-o anumită înşiruire. Însă – şi acesta este un lucru evident, dar fundamental – nu-l obţinem. Se produce singur, spontan, fără indicaţii – şi aici intervine improbabilitatea.

Şansele ca o moleculă cu o secvenţă de 1.055 de aminoacizi precum colagenul să se reunească singură în mod spontan sunt practic nule. Pur şi simplu nu are cum să se întâmple aşa ceva. Pentru a înţelege ce măsură de hazard implică existenţa ei, imaginaţi-vă un automat de jocuri obişnuit din Las Vegas, dar cu dimensiuni mult mai mari – de circa douăzeci şi şapte de metri, mai exact –, pentru a include 1.055 de rotiţe care se învârt, în locul obişnuitelor trei sau patru, cu douăzeci de simboluri pe fiecare rotiţă (câte unul pentru fiecare aminoacid frecvent) [46]. Cam de câte ori ar trebui să trageţi de mâner pentru ca toate cele 1.055 de simboluri să apară în ordinea corectă? Practic, la infinit. Chiar dacă aţi reduce numărul rotiţelor la două sute, numărul de aminoacizi mai frecvent întâlnit pentru o proteină, şansele ca toate cele două sute să apară în ordinea cerută sunt de 1 la 10260 (adică 1 urmat de 260 de zerouri). Acest număr în sine este mai mare decât numărul atomilor din Univers.

Pe scurt, proteinele sunt entităţi complexe. Hemoglobina are o înşiruire de numai 146 de aminoacizi, un mizilic după standardele proteice, şi totuşi oferă 10190 combinaţii posibile, motiv pentru care chimistului Max Perutz de la Universitatea Cambridge i-a luat douăzeci şi trei de ani – aproape o întreagă carieră – să o descompună. Vă imaginaţi cam cât de minuscule sunt şansele ca evenimente aleatorii să producă fie şi o singură proteină. E ca şi cum ne-am aştepta ca un vârtej de vânt să se rotească printr-o curte cu vechituri şi să lase în urmă un avion cu reacţie gata asamblat, după cum se exprima plastic astronomul Fred Hoyle.

Şi totuşi, vorbim de câteva sute de mii de tipuri de proteine, poate chiar un milion, fiecare unică şi, din câte ştim, fiecare vitală pentru a vă menţine sănătos şi fericit. Dar lucrurile nu se opresc aici. Pentru a fi de folos, o proteină trebuie nu doar să reunească aminoacizii în

ordinea corectă, ci să se preschimbe într-un fel de origami chimic şi să se împăturească într-o formă extrem de precisă. Chiar şi după ce a atins această complexitate structurală, proteina nu vă este de niciun folos dacă nu se poate reproduce, iar proteinele nu pot face acest lucru. Pentru aceasta, aveţi nevoie de ADN. ADN-ul este un maestru al duplicării – îşi poate face o copie într-un interval de secunde –, dar, practic, nu face nimic altceva. Avem aşadar o situaţie paradoxală. Proteinele nu pot exista fără ADN, iar ADN-ul n-are niciun rost fără proteine. Şi atunci, ar trebui să presupunem că cele două apar simultan cu scopul de a se susţine reciproc? Dacă da, ce minunat!

Şi asta nu e totul. ADN-ul, proteinele şi alţi compuşi ai vieţii nu ar putea prospera în lipsa unei membrane care să le cuprindă. Niciun atom şi nicio moleculă nu au reuşit să trăiască independent. Dacă decuplaţi orice atom din corp, acesta nu va fi cu nimic mai viu decât un fir de nisip. Numai atunci când se reunesc în refugiul protector al unei celule, aceste materiale diverse încep să ia parte la uluitorul dans pe care-l numim viaţă. În lipsa celulei, sunt doar nişte substanţe chimice interesante. Dar, fără substanţele chimice, celula este inutilă. Davies se întreabă: „Dacă fiecare element are nevoie de toate celelalte, cum a luat naştere de la bun început comunitatea moleculelor?”. Este ca şi cum toate ingredientele din bucătăria dumneavoastră s-ar fi adunat cumva şi s-ar fi copt singure, formând o prăjitură – o prăjitură care, pe deasupra, se poate diviza de câte ori este nevoie pentru a produce mai multe prăjituri. Nici nu este de mirare că-l numim miracolul vieţii. Şi nu este de mirare nici că abia am început să-l înţelegem.

Aşadar, cum se explică toată această complexitate miraculoasă? Poate că nu este chiar – nu tocmai – atât de miraculoasă cum pare la prima vedere. Să ne gândim la acele proteine incredibile prin apariţia lor. Ne minunăm de structura lor, pornind de la premisa că se ivesc în peisaj

gata formate. Dar dacă lanţurile de proteine nu se formează deodată? Dacă, în marele automat al creaţiei, unele dintre rotiţe pot fi ţinute pe loc, ca un jucător care pune deoparte un număr promiţător? Cu alte cuvinte, dacă proteinele nu iau naştere brusc, ci evoluează?

Gândiţi-vă ce ar fi dacă aţi lua toate componentele care alcătuiesc o fiinţă umană – carbon, hidrogen, oxigen şi toate celelalte –, le-aţi pune într-un recipient cu ceva apă, le-aţi amesteca zdravăn şi din ele ar ieşi o fiinţă umană. Ar fi cu adevărat uluitor. În esenţă, cam asta susţin Hoyle şi alţii (inclusiv mulţi creaţionişti fervenţi) atunci când afirmă că toate proteinele se formează spontan şi simultan. Nu este aşa – nu avea cum să fie. După cum susţine Richard Dawkins în Ceasornicarul orb, trebuie să fi existat vreun fel de proces cumulativ de selecţie care să le fi permis aminoacizilor să se grupeze. Poate că la început doi-trei aminoacizi s-au unit ca să îndeplinească vreo funcţie simplă, iar apoi, după o vreme, au dat peste un alt ciorchine similar şi astfel au „descoperit” îmbunătăţiri suplimentare.

În realitate, reacţiile chimice pe care le asociem cu viaţa sunt ceva deja banal. Poate că nu stă în puterile noastre să le combinăm într-un laborator după modelul lui Stanley Miller şi Harold Urey, dar universului îi reuşeşte destul de bine. O mulţime de molecule din natură se reunesc pentru a forma lanţuri lungi, numite polimeri. Zaharurile se reunesc în mod constant pentru a forma amidonul. Cristalele pot face câteva trucuri asemănătoare vieţii – să se multiplice, să răspundă unor stimuli din mediu, să dezvolte o complexitate bazată pe tipare. Fireşte că nu au ajuns niciodată la stadiul de viaţă, dar, după cum au dovedit în repetate rânduri, complexitatea este o stare firească, spontană şi perfect previzibilă. Nu ştiu dacă viaţa abundă sau nu în Univers, dar ştiu că acesta nu duce lipsă de autostructurare spontană ordonată, sub toate formele,

de la simetria hipnotizantă a fulgilor de nea până la pitoreştile inele ale lui Saturn.

Acest impuls natural către reunire este atât de puternic, încât, în prezent, numeroşi oameni de ştiinţă cred că viaţa ar putea fi mai inevitabilă decât ne imaginăm noi – că este „o manifestare obligatorie a materiei, care apare automat oriunde se îndeplinesc condiţiile necesare”, în cuvintele biochimistului belgian, laureat al Premiului Nobel, Christian de Duve. De Duve considera chiar că este posibil ca asemenea condiţii să se întrunească şi de un milion de ori în fiecare galaxie.

Este evident că substanţele chimice care ne dau viaţă nu au nimic exotic. Dacă aţi dori să creaţi o entitate vie, indiferent dacă este un peştişor de acvariu, o salată sau o fiinţă umană, nu aveţi nevoie decât de patru elemente principale, carbon, hidrogen, oxigen şi azot, şi de mici cantităţi din altele câteva, în principal sulf, fosfor, calciu şi fier. Dacă le puneţi pe acestea în vreo trei duzini de combinaţii pentru a forma nişte zaharuri, acizi şi alte componente de bază, puteţi alcătui orice fiinţă vie. Dawkins scria: „Substanţele din care sunt alcătuite fiinţele vii nu au nimic extraordinar. Fiinţele vii sunt grupări de molecule, la fel ca orice altceva”.

Concluzia ar fi că viaţa este uluitoare, generoasă, poate chiar miraculoasă, dar deloc imposibilă – după cum o dovedim şi noi, în mod constant, prin existenţa noastră modestă. Cu siguranţă că multe dintre detaliile subtile ale începuturilor vieţii rămân într-o oarecare măsură indescifrabile. Orice scenariu pe care l-aţi citit vreodată referitor la condiţiile necesare dezvoltării vieţii presupune prezenţa apei – de la „micul iaz călduţ în care presupunea Darwin că a început viaţa până la gurile efervescente de pe fundul mării, care reprezintă acum candidaţii favoriţi la titlul de leagăn al vieţii –, dar toate acestea trec cu vederea faptul că, pentru transformarea monomerilor în polimeri (adică pentru a începe să creezi proteine), este nevoie de o

reacţie cunoscută în biologie drept polimerizare prin condensare. Un text de referinţă din biologie spune, poate chiar cu o uşoară urmă de disconfort: „Cercetătorii sunt de acord că astfel de reacţii nu ar fi găsit un mediu propice energetic în mările primitive, de altfel în niciun mediu acvatic, din cauza legii acţiunii maselor”. Este ca atunci când pui zahăr într-un pahar cu apă, aşteptând apoi ca acesta să se transforme într-un cub. Nu ar trebui să se întâmple acest lucru, dar, cumva, în natură se întâmplă. Reacţiile chimice exacte sunt un pic prea complicate pentru ceea ce ne propunem noi aici, dar este suficient să reţinem că, dacă udăm monomerii, nu vor deveni polimeri – decât atunci când creează viaţă pe Pământ. Cum şi de ce se întâmplă atunci, şi nu în alte condiţii rămân două dintre marile întrebări fără răspuns ale biologiei.

Una dintre cele mai mari surprize din deceniile recente ale ştiinţelor a fost să se descopere cât de timpuriu a apărut viaţa în istoria Pământului. Până prin anii 1950, s-a crezut că viaţa există de mai puţin de 600 de milioane de ani. Prin anii 1970, câteva minţi mai îndrăzneţe s-au gândit că ar putea merge până în urmă cu 2,5 miliarde de ani. Dar datarea actuală, cu 3,85 miliarde de ani în urmă, ne plasează la un moment uluitor de timpuriu. Suprafaţa Pământului a devenit solidă abia cu circa 3,9 miliarde de ani în urmă.

„Din această rapiditate putem deduce că viaţa la nivel bacterian nu întâmpină prea mari dificultăţi în a evolua pe planetele care oferă condiţiile potrivite”, scria Steven Jay Gould în The New York Times în 1996. Sau, după cum spune el în altă parte, „nu putem ignora concluzia că viaţa, cu apariţia sa din primul moment posibil, era predestinată chimic să existe”.

Mai mult, viaţa a apărut atât de rapid, încât unele minţi luminate cred că trebuie să fi primit şi puţin ajutor – poate chiar mai mult. Ideea că viaţa de pe Pământ ar fi putut veni din spaţiu are o tradiţie surprinzător de lungă, ba chiar, pe

alocuri, distinsă. Însuşi marele lord Kelvin a expus această posibilitate încă din 1871, la o întâlnire a Asociaţiei Britanice pentru Dezvoltarea Ştiinţei, când a sugerat că „germenii vieţii ar fi putut fi aduşi pe pământ de vreun meteorit”. Dar a rămas o noţiune excentrică până într-o duminică de septembrie 1969, când zeci de mii de australieni au fost speriaţi de o serie de bubuituri sonice şi de vederea unui ghem de foc străbătând cerul de la est la vest. Ghemul de foc în trecere a scos un fel de trosnitură şi a lăsat în urmă un miros pe care unii l-au asemuit cu alcoolul metilic (spirtul medicinal), iar alţii l-au numit pur şi simplu groaznic.

Ghemul de foc a explodat deasupra oraşului Murchison, o localitate cu şase sute de locuitori din Goulburn Valley, la nord de Melbourne, şi a căzut pe pământ în bucăţi, unele de peste cinci kilograme. Din fericire, nimeni nu a fost rănit. Era un meteorit de un tip rar, cunoscut sub numele de carbonaceous chondrite[47], iar oamenii din oraş au dat o mână de ajutor, adunând cam aproape 90 kg din el. Meteoritul a picat într-un moment cum nu se putea mai potrivit. Cu mai puţin de două luni înainte, astronauţii de pe Apollo 11 se întorseseră pe Pământ cu o colecţie de roci selenare, aşa încât toate laboratoarele din lume erau în căutare de – chiar în cursă după – roci de origine extraterestră.

S-a descoperit că meteoritul de la Murchison avea 4,5 miliarde de ani vechime şi era bine împănat cu aminoacizi – în total, şaptezeci şi patru de tipuri, dintre care opt participă la formarea proteinelor terestre. La sfârşitul anului 2001, la mai bine de treizeci de ani după ce s-a prăbuşit, o echipă de la Ames Research Center din California a anunţat că rocile de la Murchison conţineau, de asemenea, lanţuri complexe de zaharuri numite polioli, care nu mai fuseseră găsite altundeva decât pe Pământ până atunci.

Alţi câţiva meteoriţi de tip carbonaceous chondrite s-au rătăcit în calea Pământului din 1969 încoace – unul, care a aterizat în apropiere de Lacul Tagish din Yukon, Canada, în ianuarie 2000, a putut fi văzut în zone extinse din America de Nord – şi au confirmat la rândul lor că universul este bogat în compuşi organici. Cometa Halley, se spune, este alcătuită în proporţie de circa 25% din molecule organice. Dacă un număr suficient de mare de astfel de molecule cad într-un loc potrivit – cum ar fi Pământul –, am obţinut deja elementele de bază de care avem nevoie pentru apariţia vieţii.

Noţiunea de panspermie, ce reuneşte teoriile despre originea extraterestră a vieţii, ridică două probleme. Prima este aceea că nu răspunde la niciuna dintre întrebările despre cum a apărut viaţa, ci doar transferă altundeva responsabilitatea pentru apariţia sa. Cealaltă este aceea că panspermia tinde uneori să îi incite până şi pe adepţii săi cei mai respectabili la grade de speculaţie pe care le putem numi, fără teamă că greşim, imprudente. Francis Crick, codescoperitorul structurii ADN-ului, şi colega sa, Leslie Orgel, au sugerat că pe Pământ „viaţa a fost introdusă deliberat de extratereştri inteligenţi”, idee despre care Gribbin spune că se află „la limita extremă a respectabilităţii ştiinţifice” – sau, altfel spus, o noţiune care ar fi fost considerată nebunie curată dacă ar fi fost vehiculată de altcineva decât de un laureat al Premiului Nobel. Fred Hoyle şi colega sa, Chandra Wickramasinghe, au subminat şi mai mult entuziasmul pentru panspermie sugerând, după cum remarcam în Capitolul 3, că spaţiul exterior ne-a adus nu doar viaţa, ci şi multe boli, precum gripa sau ciuma bubonică, idee demontată rapid de biochimişti.

Orice ar fi declanşat apariţia vieţii, s-a întâmplat o singură dată. Acesta este cel mai extraordinar fapt din biologie, poate chiar cel mai extraordinar fapt la care ne putem gândi. Tot ce a avut vreodată viaţă, plantă sau

animal, îşi are originile în zvâcnirea primordială. La un anumit moment, într-un trecut îndepărtat, dincolo de limitele imaginaţiei noastre, o mână de substanţe chimice au început să forfotească, prinzând viaţă. Au absorbit ceva substanţe nutritive, au pulsat uşor, au avut o scurtă existenţă. Poate că aceasta se mai întâmplase de multe ori înainte. Dar acest pachet ancestral a făcut ceva în plus, ceva extraordinar: s-a divizat şi a produs un moştenitor. O cantitate minusculă de material genetic a trecut de la o entitate vie la alta şi de atunci încoace îşi continuă neîntrerupt drumul. Acela a fost momentul creaţiei pentru noi toţi. Biologii o numesc uneori Marea Naştere.

„Oriunde te-ai duce în lume, la orice animal, plantă, insectă sau urmă minusculă te-ai uita, dacă este vie, foloseşte acelaşi dicţionar şi ştie acelaşi cod. Viaţa este una peste tot”, spune Matt Ridley. Cu toţii suntem rezultatul unui unic truc genetic, transmis din generaţie în generaţie de aproape patru miliarde de ani, într-o asemenea măsură, încât poţi lua un fragment de informaţie genetică umană şi-l poţi introduce într-o celulă de drojdie incompletă, iar celula îl va folosi de parcă i-ar aparţine. Şi, în sensul cel mai strict, chiar îi aparţine.

Zorii vieţii – sau ceva foarte asemănător – se află pe un raft din biroul unui specialist în geochimie izotopică pe nume Victoria Bennett, din clădirea de Ştiinţe ale Pământului din cadrul Universităţii Naţionale Australiene (ANU) din Canberra. Americancă de origine, doamna Bennett a venit la ANU din California în 1989, cu un contract pe doi ani, şi a rămas aici. Când am vizitat-o eu, la sfârşitul anului 2001, mi-a întins o bucată de rocă de dimensiuni medii, alcătuită din straturi subţiri, alternative, de cuarţ alb şi un material gri-verzui numit clinopiroxen. Roca provenea din insula Akilia, Groenlanda, unde în 1997 s-au descoperit roci primitive neobişnuite. Rocile au o

vechime de 3,85 miliarde de ani şi reprezintă cele mai vechi sedimente marine descoperite vreodată.

— Nu putem fi siguri că ceea ce ţineţi dumneavoastră în mână acum a conţinut cândva organisme vii, deoarece ar trebui să o facem praf ca să aflăm, mi-a spus doamna Bennett. Dar provine din acelaşi depozit din care au fost excavate cele mai vechi urme de viaţă, aşa că probabil a conţinut organisme vii.

Şi nici nu veţi găsi microbi fosilizaţi în adevăratul sens, indiferent cât de atent aţi căuta. Din păcate, orice organism simplu a fost probabil copt şi răscopt prin procesele care au transformat noroiul sedimentar oceanic în piatră. Dacă am distruge roca şi am examina-o la microscop, ceea ce am găsi în schimb ar fi reziduurile chimice pe care le-au lăsat în urmă organismele – izotopi de carbon şi un tip de fosfat numit apatit, care, interpretate împreună, oferă dovezi concludente că acea rocă a conţinut cândva colonii de fiinţe vii.

— Nu putem decât să ghicim cum trebuie să fi arătat organismele, spune doamna Bennett. Probabil că era o formă arhiprimitivă şi, totuşi, viaţă: a trăit şi s-a înmulţit.

Şi, într-un final, a dus la apariţia noastră.

Dacă eşti pasionat de rocile străvechi, aşa cum este, fără îndoială, doamna Bennett, ANU este de multă vreme o alegere excelentă. Aceasta se datorează în bună parte ingeniozităţii unui om pe nume Bill Compston, care acum este pensionar, dar care în anii 1970 a construit prima microsondă ionică de înaltă rezoluţie – Sensitive High Resolution Ion Micro Probe sau SHRIMP (crevete), cum îl numesc cu afecţiune cunoscătorii. Aceasta este o maşinărie care măsoară rata de dezintegrare a uraniului din mineralele minuscule de zirconiu. Zirconiul apare în majoritatea rocilor, alături de bazalt, şi are o rezistenţă enormă, supravieţuind tuturor proceselor naturale, cu excepţia subducţiei. Cea mai mare parte a scoarţei Pământului s-a întors în interiorul acestuia la un moment

dat, dar pe alocuri – în Australia de Vest şi Groenlanda, de exemplu – geologii găsesc rezerve de rocă rămase întotdeauna la suprafaţă. Maşinăria lui Compston permitea datarea acestor roci cu o precizie neegalată. Prototipul SHRIMP a fost construit şi pus în funcţiune chiar în atelierele Catedrei de Ştiinţe ale Pământului şi arăta de parcă ar fi fost asamblat din resturi luate la reduceri, dar mergea de minune. La primul test oficial din 1982, a datat cel mai vechi lucru găsit vreodată – o rocă de 4,3 miliarde de ani vechime din Australia de Vest.

Doamna Bennett mi-a spus:

— Faptul că am descoperit ceva atât de important şi atât de rapid, cu o tehnologie atât de nouă, a provocat la acea vreme o agitaţie considerabilă.

M-a condus la capătul culoarului ca să-mi arate modelul actual, SHRIMP II. Era un aparat mare, greoi, din oţel inoxidabil, cam de 3,5 m lungime şi 1,5 m înălţime, cu o construcţie solidă, ca a sondelor de mare adâncime. Lângă consola din faţa aparatului, urmărind cu un ochi atent pe ecran coloanele de cifre în permanentă schimbare, se afla un bărbat pe nume Bob de la Universitatea Canterbury din Noua Zeelandă. Mi-a spus că era acolo de la patru dimineaţa. Trecuse de ora nouă, iar Bob avea maşinăria la dispoziţie până la prânz. SHRIMP II funcţionează douăzeci şi patru de ore pe zi; doar sunt o mulţime de roci de datat. Dacă întrebaţi câţiva geochimişti cum funcţionează maşinăria, vor începe să vă vorbească despre afluenţa de izotopi şi nivelurile de ionizare cu un entuziasm care vă deschide mai degrabă inima decât mintea. Pe scurt însă, maşinăria bombardează cu fascicule de atomi cu sarcină electrică un eşantion de rocă şi astfel detectează diferenţele subtile dintre cantităţile de plumb şi uraniu din mostrele de zirconiu, deducând cu acurateţe vârsta rocilor. Bob mi-a spus că durează cam şaptesprezece minute pentru a citi o mostră de zirconiu şi că este necesară citirea câtorva zeci din fiecare rocă pentru a obţine o datare

sigură. În realitate, procesul pare să implice cam tot atâta activitate complexă şi stimulare cât un drum la spălătorie, însă Bob părea foarte fericit; dar să nu uităm că mai toţi neozeelandezii par fericiţi, aşa, în general.

Catedra de Ştiinţe ale Pământului era o combinaţie ciudată – parţial birou, parţial laborator şi o altă parte depozit de aparate.

— Înainte construiam totul aici, mi-a spus Victoria Bennett. Aveam chiar şi sticlarul nostru, dar a ieşit la pensie. Mai avem încă doi spărgători de roci cu normă întreagă.

Mi-a surprins privirea uşor mirată.

— Ne ocupăm de o mulţime de roci. Şi toate trebuie atent pregătite. Trebuie să ne asigurăm că nu sunt contaminate de mostrele anterioare – nicio urmă de praf ori altceva. Este un proces destul de meticulos.

Mi-a arătat o maşinărie de strivit roci care părea cu adevărat primitivă, însă cei doi spărgători de roci erau, se pare, în pauză de cafea. Pe lângă maşini se mai aflau nişte cutii enorme, conţinând roci de toate formele şi dimensiunile. Puteţi fi siguri că cei de la ANU chiar se ocupă de o mulţime de roci.

Când ne-am întors în biroul doamnei Bennett după tur, am remarcat că pe peretele ei era atârnat un afiş care reprezenta o imagine a Pământului, în viziunea unui artist cu o imaginaţie bogată, aşa cum trebuie să fi arătat acesta acum 3,5 miliarde de ani, cam atunci când începea să se dezvolte viaţa, în perioada cunoscută în lumea ştiinţelor Pământului drept arhaic. Afişul înfăţişa un peisaj straniu, cu vulcani uriaşi şi extrem de activi şi o mare arămie, aburindă, sub un cer aspru, roşiatic. Stromatolitele, un fel de corali bacterieni, umpleau golurile din planul apropiat. Nu părea un spaţiu prea promiţător pentru a crea şi a întreţine viaţa. Am întrebat-o dacă pictura era corectă.

— Există o şcoală de gândire care afirmă că era chiar rece pe atunci, pentru că soarele era mult mai slab (am

aflat mai târziu că biologii, atunci când au chef de glumă, numesc acest fenomen „problema restaurantului chinezesc”, pentru că aveam un soare slab[48]). Fără atmosferă, razele ultraviolete de la soare, chiar şi de la unul slab, ar fi avut tendinţa să rupă orice legături incipiente create între molecule. Şi totuşi, chiar aici – a spus ea, atingând stromatolitele – găsim organisme aproape de suprafaţă. Este un mister.

— Aşadar, nu ştim cum arăta lumea pe atunci?

— Hmmm, m-a aprobat ea îngândurată.

— Oricum ar fi, nu pare prea propice vieţii.

A dat din cap cu amabilitate.

— Dar trebuie să fi existat ceva care predispunea la viaţă. Altfel, noi nu am exista.

Sigur nu ar fi fost potrivită pentru noi. Dacă aţi coborî dintr-o maşină a timpului în lumea preistorică a arhaicului, aţi fugi mâncând pământul înapoi, pentru că pe atunci oxigenul respirabil era la fel de mult cât există astăzi pe Marte. De asemenea, Pământul era plin de vapori toxici, de la acizii sulfuric şi clorhidric, suficient de puternici ca să treacă prin îmbrăcăminte şi să rănească pielea. Şi nici nu aţi fi găsit peisajele curate şi strălucitoare din afişul aflat în biroul Victoriei Bennett. Tocăniţa chimică din care era alcătuită atmosfera atunci ar fi lăsat să treacă prea puţină lumină solară către suprafaţa Pământului. Puţinul pe care l-aţi fi văzut ar fi fost iluminat în scurte reprize de scânteile frecvente ale fulgerelor. Pe scurt, era Pământul, dar un Pământ pe care nu l-am fi recunoscut.

Aniversările erau puţine şi la distanţe enorme în lumea arhaică. Vreme de două miliarde de ani, bacteriile au reprezentat singura formă de viaţă. Au trăit, s-au reprodus, au format colonii, dar nu au arătat nicio înclinaţie specială către evoluţia spre un nivel mai complex de existenţă. La un moment dat, în primul miliard de ani de viaţă,

cianobacteria, sau alga verde-albastră, a învăţat să folosească o resursă disponibilă la discreţie: hidrogenul care abundă în apă. Ea absorbea molecule de apă, înghiţea hidrogenul şi elibera oxigenul ca reziduu, iar prin aceasta a inventat fotosinteza. După cum scriau Margulis şi Sagan, fotosinteza este, „fără îndoială, cea mai importantă inovaţie metabolică din istoria vieţii de pe planetă” – şi nu a fost inventată de plante, ci de bacterii.

Pe măsură ce cianobacteriile se înmulţeau, lumea a început să se umple cu oxigen molecular (O2), spre consternarea acelor organisme pentru care acesta era otrăvitor – adică mai toate, în acele vremuri. Într-o lume anaerobă (care nu foloseşte oxigen), oxigenul este extrem de otrăvitor. Globulele albe din sângele nostru chiar folosesc oxigenul pentru a ucide bacteriile invadatoare. Pentru aceia dintre noi care găsesc oxigenul un element firesc pentru bunăstarea noastră, reprezintă o surpriză descoperirea că el este în realitate toxic, dar noi îl agreăm numai pentru că am învăţat prin evoluţie să îl exploatăm. Pentru alte lucruri, oxigenul este o teroare. Din cauza lui râncezeşte untul şi rugineşte fierul. Chiar şi noi îl tolerăm numai până la un punct. Nivelul de oxigen din celulele noastre atinge numai o zecime din cel existent în atmosferă.

Noile organisme care foloseau oxigenul aveau două avantaje. Oxigenul reprezenta o cale mai eficientă de a produce energie şi de a învinge organismele concurente. Unele s-au retras în lumea mocirloasă şi anaerobă a mlaştinilor şi pe fundurile lacurilor. Altele au făcut acelaşi lucru, dar mai târziu (mult mai târziu) au migrat către tracturile digestive ale unor fiinţe ca dumneavoastră şi ca mine. Un număr destul de mare din aceste creaturi primitive trăiesc chiar acum în corpul nostru, ajutând la digerarea mâncării, dar detestând până şi cea mai mică urmă de oxigen molecular. Dar altele, al căror număr nici nu îl bănuim, nu au reuşit să se adapteze şi au dispărut.

Cianobacteriile au reprezentat un succes efemer. La început, oxigenul produs în plus nu s-a acumulat în atmosferă, ci s-a combinat cu fierul pentru a forma oxizi de fier, care s-au depus pe fundul mărilor primitive. Vreme de milioane de ani, lumea a ruginit la propriu – un fenomen amplu, demonstrat de zăcămintele care oferă astăzi rezervele de fier ale lumii. Vreme de zeci de milioane de ani, pe lângă acest fapt nu s-a mai întâmplat mare lucru. Dacă v-aţi întoarce în acea lume proterozoică timpurie, nu aţi descoperi prea multe semne promiţătoare ale vieţii viitoare de pe Pământ. Poate ici şi colo, prin iazuri ascunse, aţi descoperi vreun strat de spumă vie sau vreo pojghiţă strălucitoare de alge verzi şi maronii pe rocile de la mal, dar, în afară de acestea, viaţa ar rămâne invizibilă.

Dar acum 3,5 miliarde de ani a devenit evident un lucru mai important. Pe unde mările erau mai puţin adânci au început să apară structuri vizibile. În timp ce îşi desfăşurau activitatea chimică, cianobacteriile au devenit foarte uşor lipicioase, iar în acest stadiu s-au prins în microparticule de praf şi nisip, care s-au reunit pentru a forma structuri uşor bizare, dar solide: stromatolitele care apăreau pe bancurile din afişul aflat în biroul Victoriei Bennett. Stromatolitele aveau forme şi dimensiuni variabile. Uneori arătau ca nişte conopide enorme, iar alteori precum nişte saltele pufoase (*stromatolit* provine de la cuvântul grecesc pentru „saltea”); uneori luau forma unor coloane care se ridicau zeci de metri deasupra nivelului apei, chiar până la o sută de metri. Din toate punctele de vedere, erau un fel de roci vii şi au reprezentat prima iniţiativă de cooperare din lume, în care unele varietăţi de organisme primitive trăiau doar la suprafaţă, iar altele doar în subteran, dar fiecare se bucura de condiţiile create de celelalte. Lumea dispunea de primul ecosistem.

O perioadă îndelungată, oamenii de ştiinţă au cunoscut stromatolitele doar din formaţiunile de fosile, dar în 1961 au avut o mare surpriză atunci când au descoperit o

comunitate de stromatolite vii în Golful Rechinului, pe îndepărtata coastă nord-vestică a Australiei. A fost un lucru cât se poate de neaşteptat – ba chiar atât de neaşteptat, încât au trecut ani buni înainte ca oamenii de ştiinţă să-şi dea seama exact ce descoperiseră. Astăzi însă, Golful Rechinului este o atracţie turistică, cel puţin în măsura în care poate fi o atracţie turistică un loc aflat la sute de kilometri depărtare de un minimum de civilizaţie şi la zeci de kilometri de orice alt reper cunoscut. S-au construit pontoane de lemn până în largul golfului, pentru ca turiştii să poată să se plimbe pe deasupra apei şi să vadă bine stromatolitele care respiră liniştite puţin sub suprafaţă. Sunt cenuşii şi lipsite de strălucire şi, după cum aminteam într-o altă carte, arată ca nişte balegi de vacă. Dar trăieşti un moment ciudat atunci când îţi dai seama că te uiţi la rămăşiţele vii ale Pământului aşa cum era acum 3,5 miliarde de ani. Richard Fortey spunea: „Este ca o călătorie în timp, iar dacă lumea ar fi conştientă de adevăratele sale minuni, această privelişte ar fi la fel de cunoscută ca piramidele de la Gizeh”. Deşi nu aţi ghici niciodată, aceste roci banale colcăie de viaţă, cu o densitate estimată (evident că estimată) de cinci sute de milioane de organisme individuale pe fiecare centimetru pătrat. Uneori, dacă te uiţi cu atenţie, poţi vedea mici şiruri de bule care se ridică la suprafaţă pe măsură ce organismele eliberează oxigen. În două miliarde de ani, aceste eliberări minuscule au sporit nivelul de oxigen din atmosfera Pământului cu până la 20%, pregătind calea pentru următorul capitol mai complex din istoria vieţii.

S-a sugerat că cianobacteriile din Golful Rechinului ar putea fi organismele cu cea mai lentă evoluţie de pe Pământ, iar acum sunt cu siguranţă printre cele mai rare. După ce au pregătit terenul pentru forme de viaţă mai complexe, ele s-au stins aproape peste tot, consumate până la epuizare tocmai de organismele a căror existenţă a fost posibilă graţie lor. (Mai există încă în Golful Rechinului,

întrucât apele sunt prea sărate pentru organismele care în mod normal s-ar hrăni cu acestea.)

Unul dintre motivele pentru care evoluţia vieţii spre complexitate s-a desfăşurat atât de lent a fost acela că lumea a trebuit să aştepte până când organismele mai simple au oxigenat suficient atmosfera. „Animalele nu îşi puteau aduna energia necesară pentru a funcţiona”, cum ar fi spus Fortey. A fost nevoie de aproape două miliarde de ani, aproape 40% din istoria Pământului, pentru ca oxigenul din atmosferă să atingă nivelurile de concentraţie apropiate de cele actuale. Dar, odată ce s-a asigurat cadrul, şi aceasta destul de brusc, se pare, au apărut un tip complet nou de celulă, una care conţine un nucleu, şi alte mici organisme denumite colectiv organelles (de la cuvântul grecesc care înseamnă „mici instrumente”). Se crede că procesul ar fi început atunci când o bacterie mai stângace sau mai aventuroasă fie a invadat, fie a fost capturată de vreo altă bacterie şi s-a dovedit că acest lucru le favoriza pe amândouă. Bacteria captivă a devenit, se pare, mitocondrie. Această invazie mitocondrică (sau momentul endosimbiozei, după cum le place biologilor să o numească) a făcut posibilă viaţa complexă. (La plante, o invazie similară a produs cloroplastele, care fac posibilă fotosinteza.)

Mitocondria foloseşte oxigenul astfel încât să elibereze energie din substanţele nutritive. Fără acest truc ajutător, viaţa pe Pământ nu ar fi în prezent decât un terci de microbi simpli. Mitocondriile sunt foarte mici – puteţi aduna până la un miliard în spaţiul ocupat de un fir de nisip –, dar şi foarte flămânde. Aproape fiecare substanţă hrănitoare pe care o absorbiţi se duce să le hrănească pe ele.

Fără ele, nu am putea trăi nici două minute şi totuşi, chiar după un miliard de ani, mitocondriile se poartă ca şi cum şi-ar imagina că între noi lucrurile nu merg prea bine. Îşi păstrează propriul ADN, ARN şi ribozomii proprii. Se

reproduc în momente diferite faţă de celulele lor gazdă. Arată ca bacteriile, se divizează precum bacteriile şi uneori răspund la antibiotice la fel ca bacteriile. Nici măcar nu vorbesc acelaşi limbaj genetic cu celula în care trăiesc. Pe scurt, îşi ţin bagajele gata făcute. Este ca şi cum ai avea un străin în casă, dar unul care stă acolo de un miliard de ani.

Acest nou tip de celule sunt cunoscute drept eucariote (însemnând „cu nucleu bine definit”), spre deosebire de vechiul tip, cunoscut drept procariote („prenucleate”), şi par să fi apărut brusc în istoria fosilelor. Cele mai vechi eucariote cunoscute până acum, numite grypania, au fost descoperite în sedimentele de fier din Michigan în 1992. Aceste fosile au fost descoperite o singură dată şi apoi nu se mai cunosc altele vreme de cinci sute de milioane de ani.

Pământul tocmai făcuse primul pas către a deveni o planetă cu adevărat interesantă. Prin comparaţie cu noile eucariote, vechile procariote erau doar nişte „pungi de substanţe chimice”, ca să împrumutăm expresia geologului britanic Stephen Drury. Eucariotele erau mai mari – mai târziu, au ajuns de până la zece mii de ori mai mari – decât verii lor mai simpli şi puteau conţine de o mie de ori mai mult ADN. Treptat, graţie acestor inovaţii, viaţa a devenit complexă şi a creat două tipuri de organisme: cele care elimină oxigenul (precum plantele) şi cele care îl absorb (ca dumneavoastră şi ca mine).

Eucariotele unicelulare au fost cândva numite protozoare („preanimale”), dar acest termen este tot mai des contestat. Termenul folosit astăzi frecvent pentru ele este „protiste”. Prin comparaţie cu bacteriile care existaseră înainte, aceste protiste erau o minune a ingineriei şi a sofisticării. Simpla amibă, cu numai o celulă şi fără nicio altă ambiţie decât aceea de a exista, conţine patru sute de milioane de elemente de informaţie genetică în ADN-ul său – suficient pentru a umple optzeci de cărţi a cinci sute de pagini fiecare, după cum observa Carl Sagan.

Mai târziu, eucariotele au învăţat o şmecherie şi mai interesantă. Le-a luat multă vreme – cam un miliard de ani –, dar atunci când au învăţat să o stăpânească le-a fost de mare folos. S-au deprins să se adune în fiinţe complexe, pluricelulare. Graţie acestei inovaţii, au fost posibile fiinţele mari, complicate, vizibile, ca noi. Planeta Pământ era gata să treacă spre următoarea fază ambiţioasă.

Dar, înainte să ne bucurăm prea tare, poate ar trebui să ne amintim că lumea, aşa cum vom vedea în continuare, aparţine încă celor mici.

Capitolul 20

Ce mică-i lumea!

Probabil că nu este o idee foarte bună să ne interesăm prea îndeaproape de microbii de lângă noi. Marele chimist şi bacteriolog francez Louis Pasteur devenise atât de preocupat de microbii săi, încât a început să cerceteze cu un ochi critic, printr-o lupă, fiecare farfurie cu mâncare aşezată dinaintea lui, obicei care, credem noi, nu i-a adus prea multe invitaţii la cină.

În realitate, nu are niciun rost să încercăm să ne ascundem de bacteriile noastre, pentru că ele se află în permanenţă pe şi în jurul nostru în cantităţi inimaginabile. Dacă aveţi o sănătate bună şi o preocupare medie pentru igienă, probabil că deţineţi o turmă de circa o mie de miliarde de bacterii ce pasc pe câmpiile epidermei dumneavoastră – circa o sută de mii pe fiecare centimetru pătrat de piele. Sunt acolo ca să se hrănească din cele zece miliarde, dacă nu mai bine, de firişoare de piele care se descuamează în fiecare zi, plus din toate uleiurile gustoase şi mineralele fortifiante care se scurg prin fiecare por şi fiecare fisură. Pentru ele, sunteţi bufetul suprem, cu extraserviciile de căldură şi mobilitate permanentă incluse.

Ca să vă mulţumească, acestea vă asigură mirosurile specifice.

Şi acestea sunt doar bacteriile care trăiesc pe pielea dumneavoastră. Mai sunt alte mii de miliarde ascunse în abdomen şi în orificiul nazal, prinse de păr şi de gene, plutind pe suprafaţa ochiului sau săpând în smalţul dinţilor. Numai aparatul digestiv este gazda a peste o sută de mii de miliarde de microbi de cel puţin patru sute de tipuri. Unii se ocupă de zaharuri, alţii de amidon, iar alţii atacă bacteriile. Unele, surprinzător de multe, de altfel, cum ar fi omniprezentele spirochete intestinale, nu au niciun fel de funcţie detectabilă. Se pare că pur şi simplu le place să stea cu dumneavoastră. Fiecare corp uman conţine circa zece milioane de miliarde de celule, dar este gazdă pentru aproximativ o sută de milioane de miliarde de celule de bacterii. Pe scurt, acestea reprezintă o mare parte din noi. Fireşte că, din punctul de vedere al bacteriei, noi suntem o mică parte din ele.

Pentru că noi, oamenii, suntem suficient de mari şi de inteligenţi ca să producem şi să folosim antibiotice şi dezinfectanţi, ne este uşor să ne autoconvingem că am alungat bacteriile la marginile existenţei. Dar să nu credeţi aşa ceva. Poate că bacteriile nu ştiu să construiască oraşe şi nu au o viaţă socială prea interesantă, dar vor fi aici când Soarele va exploda. Aceasta este planeta lor, iar noi ne aflăm aici doar pentru că ele ne dau voie.

Să nu uitaţi niciodată că bacteriile s-au descurcat fără noi miliarde de ani. Noi însă nu am rezista fără ele nici o zi. Ele transformă reziduurile noastre şi le fac refolosibile; fără ronţăitul lor neobosit, nimic nu ar putrezi. Ele purifică apa şi ne păstrează solurile productive. Bacteriile sintetizează vitaminele din digestia noastră, transformă alimentele în zaharuri şi polizaharide folositoare şi pornesc războiul împotriva microbilor străini care se strecoară pe gâtul nostru.

Depindem complet de bacterii pentru a extrage azotul din aer şi a-l transforma în nucleotide şi aminoacizi utili pentru noi. Este o muncă prodigioasă şi plină de satisfacţii. După cum spuneau Margulis şi Sagan, dacă ar fi să producem acelaşi lucru la scară industrială (ca atunci când fabricăm îngrăşăminte), producătorii ar trebui să încălzească materiile prime până la 500 °C şi să le supună unei presiuni de trei sute de ori mai mare decât cea normală. Bacteriile fac acelaşi lucru permanent, fără să atragă atenţia, şi pentru asta trebuie să le mulţumim, pentru că niciun organism de dimensiuni mari nu ar supravieţui fără azotul pe care ni-l furnizează ele. Mai presus de toate, microbii continuă să ne ofere aerul pe care-l respirăm şi să menţină atmosfera stabilă. Microbii, inclusiv varianta modernă a cianobacteriilor, asigură cea mai mare parte a oxigenului respirabil al planetei. Algele şi alte organisme minuscule ce bolborosesc prin apă trimit în aer circa o sută cincizeci de miliarde de kilograme de oxigen în fiecare an.

Şi sunt uimitor de prolifice. Cele mai frenetice dintre ele pot da naştere unei noi generaţii în mai puţin de zece minute; *Clostridium perfringens,* micul organism nesuferit care produce cangrena, se reproduce în numai nouă minute, după care începe imediat să se divizeze din nou. La o asemenea viteză, teoretic, o singură bacterie poate produce în două zile mai mulţi urmaşi decât toţi protonii din Univers. „Dacă are o rezervă suficientă de substanţe nutritive, o singură celulă de bacterie poate genera două sute optzeci de mii de miliarde de indivizi într-o singură zi”, potrivit biochimistului belgian, laureat al Premiului Nobel, Christian de Duve. În aceeaşi perioadă, o celulă umană nu reuşeşte să se divizeze decât o singură dată.

Cam o dată la fiecare milion de divizări, apare un mutant. De obicei, aceasta înseamnă ghinion pentru mutant – pentru un organism, schimbarea este întotdeauna riscantă –, dar, ocazional, noua bacterie este dotată cu câte

un avantaj, cum ar fi abilitatea de a evita sau de a ţine piept atacului antibioticelor. Alături de această abilitate de a evolua rapid apare şi un alt avantaj, chiar mai înspăimântător. Bacteriile schimbă între ele informaţii. Orice bacterie poate prelua fragmente de informaţie genetică de la oricare alta. Practic, după cum se exprimă Margulis şi Sagan, toate bacteriile înoată într-o unică piscină genetică. Orice adaptare ce apare într-o zonă a universului bacterian se poate răspândi în orice altă zonă. Este ca şi cum o fiinţă umană s-ar putea duce la o insectă ca să îşi ia informaţia genetică necesară pentru a-i creşte aripi sau a merge pe tavan. Aceasta înseamnă că, din punct de vedere genetic, bacteriile au devenit un supraorganism unic – minuscul, dispersat, dar invincibil.

Bacteriile pot trăi şi se pot înmulţi pe aproape orice vărsaţi, lăsaţi să curgă sau scuturaţi. Dacă lăsaţi un pic de umezeală – ca atunci când treceţi un burete umed peste o masă –, vor înflori de parcă ar fi fost create din nimic. Mănâncă lemn, lipiciul pentru tapet, metalele din vopselele întărite. Oamenii de ştiinţă din Australia au descoperit microbi cunoscuţi sub numele de Thiobacillus concretivorans, care trăiau în – ba mai mult, nu puteau supravieţui fără – concentraţii de acid sulfuric suficient de mari pentru a dizolva metalul. O specie numită Micrococcus radiophilus a fost descoperită ducând o viaţă fericită în recipientele cu reziduuri din reactoarele nucleare, îndopându-se cu plutoniu şi cu tot ce se mai găsea pe acolo. Unele bacterii descompun materialele chimice din care, din câte ştim noi, nu obţin nimic benefic.

S-a descoperit că trăiesc în vulcani noroioşi şi în lacuri cu sodă caustică, adânc în interiorul rocilor de pe fundul mărilor, în bazine ascunse de apă îngheţată din McMurdo Dry Valleys din Antarctica şi la 11 km adâncime în Oceanul Pacific, unde presiunea este de peste o mie de ori mai mare decât la suprafaţă, ceea ce ar echivala cu a fi strivit sub cincizeci de avioane cu motoare cu reacţie. Unele dintre ele

par practic indestructibile. Deinococcus radiodurans este „aproape imun la radioactivitate”, după cum spune The Economist. Dacă le bombardăm ADN-ul cu radiaţii, bucăţile lor se reasamblează imediat „precum membrele împrăştiate ale creaturilor trezite din morţi dintr-un film de groază”.

Cel mai extraordinar caz de supravieţuire cunoscut până acum ar putea fi bacteria Streptococcus, care a fost descoperită pe obiectivul sigilat al unui aparat foto ce fusese pe Lună vreme de doi ani. Pe scurt, sunt prea puţine mediile în care bacteriile nu sunt pregătite să trăiască. „Se descoperă acum că, atunci când se lansează sonde în gurile oceanice atât de fierbinţi, încât sondele însele încep să se topească, chiar şi acolo există bacterii”, mi-a spus Victoria Bennett.

În anii 1920, doi oameni de ştiinţă de la Universitatea din Chicago, Edson Bastin şi Frank Greer, au anunţat că au izolat în puţurile de petrol tipuri de bacterii care trăiau la 600 m adâncime. Ideea a fost discreditată ca fiind din principiu inadmisibilă – nu te puteai hrăni cu nimic la 600 m adâncime – şi vreme de cincizeci de ani s-a presupus că probele lor fuseseră contaminate cu microbi de la suprafaţă. Acum ştim că există o mulţime de microbi care trăiesc în adâncurile Pământului, dintre care mulţi nu au nimic de-a face cu lumea organică privită convenţional. Aceştia mănâncă roci sau mai bine zis ceea ce există în roci – fier, sulf, magneziu şi tot aşa. Şi, la fel, respiră substanţe ciudate – fier, crom, cobalt, ba chiar şi uraniu. Aceste procese ar putea reprezenta instrumente de sedimentare a aurului, cuprului şi a altor metale preţioase, poate chiar a zăcămintelor de petrol şi gaze naturale. S-a sugerat chiar că ronţăitul lor neobosit ar fi creat scoarţa Pământului.

Unii oameni de ştiinţă consideră acum că sub picioarele noastre ar putea trăi până la o sută de mii de miliarde de tone de bacterii, formând ceea ce se numeşte ecosistemele microbiene litoautotrofe subterane. Thomas Gold de la Cornell University a estimat că, dacă am scoate toate

bacteriile din interiorul Pământului şi le-am depozita la suprafaţă, acestea ar acoperi planeta cu un strat gros de 15 m – înălţimea unei clădiri cu patru etaje. Dacă estimările sunt corecte, ar putea exista mai multă viaţă sub Pământ decât deasupra lui.

La adâncime, microbii îşi restrâng dimensiunile şi devin foarte leneşi. Cei mai activi dintre ei abia dacă se divizează cam o dată pe secol, iar unii cam o dată la cinci sute de ani. The Economist spunea cam aşa: „Se pare că secretul unei vieţi lungi este să nu faci mare lucru”. Când situaţia devine neprielnică, bacteriile sunt pregătite să îşi închidă toate sistemele şi să aştepte vremuri mai bune. În 1997, oamenii de ştiinţă au reuşit să resusciteze nişte spori de antrax care zăcuseră în letargie vreme de optzeci de ani într-un exponat dintr-un muzeu din Trondheim, Norvegia. Alte microorganisme au revenit la viaţă după ce au fost eliberate dintr-o conservă de carne veche de 118 ani şi dintr-o sticlă de bere de 166 de ani. În 1996, cercetătorii de la Academia Rusă de Ştiinţe au afirmat că au resuscitat bacterii care au stat îngheţate în pergelisolul siberian vreme de trei milioane de ani. Dar recordul de supravieţuire de până acum pare a fi cel revendicat de Russell Vreeland şi colegii săi de la West Chester University din Pennsylvania în 2000, când au anunţat că au readus la viaţă o bacterie veche de 250 de milioane de ani numită Bacillus permians, care fusese prinsă în zăcămintele de sare, la 600 m adâncime, în Carlsbad, New Mexico. Dacă este adevărat, atunci acest microb este mai bătrân decât continentele.

Raportul a fost primit cu unele suspiciuni, cum era şi firesc. Mulţi biochimişti au susţinut că, într-un asemenea interval, componentele microbului s-ar fi degradat până la inutilitate dacă bacteria nu s-ar mai fi trezit din când în când. Însă, dacă bacteria s-ar fi animat la răstimpuri, nu exista nicio sursă de energie internă plauzibilă care să fi putut dura atât de mult timp. Cercetătorii mai bănuitori au

sugerat că mostra ar fi putut fi contaminată, dacă nu în timpul recuperării, atunci poate chiar atunci când se afla încă la adâncime. În 2001, o echipă de la Universitatea din Tel Aviv a susţinut că B. permians este aproape acelaşi tip de bacterie modernă descoperit în Marea Moartă, Bacillus marismortui. Doar două dintre secvenţele sale genetice erau diferite, şi acestea cu foarte puţin.

Cercetătorii israelieni scriau: „Ar trebui să credem că în 250 de milioane de ani B. permians a acumulat aceeaşi cantitate de diferenţiere genetică obţinută în laborator în numai trei-şapte zile?”. În replică, Vreeland a sugerat că „bacteriile evoluează mai rapid în laborator decât în mediul natural”.

S-ar putea.

Remarcabil este faptul că, mult după intrarea în era spaţială, majoritatea manualelor şcolare împărţeau lumea vie în numai două categorii: plante şi animale. Microorganismele aproape că nu apăreau. Amibele şi alte organisme unicelulare similare erau considerate protoanimale, iar algele protoplante. Bacteriile erau de obicei îngrămădite la un loc cu plantele, deşi toată lumea ştia că nu acolo este locul lor. Încă de la sfârşitul secolului al XIX-lea, naturalistul german Ernst Haeckel afirmase că bacteriile merită plasate într-un regn separat, pe care el l-a numit Monera, dar ideea nu a început să prindă în rândul biologilor decât prin anii 1960, şi chiar şi atunci numai la unii dintre ei. (Remarc faptul că dicţionarul meu de încredere, care nu-mi lipseşte de pe birou, American Heritage din 1969, nu recunoaşte acest termen.)

Multe organisme din lumea vizibilă erau la rândul lor nedreptăţite de împărţirile tradiţionale. Fungii, o categorie care include ciupercile comestibile, mucegaiurile, mana, levurile şi gogoaşa arborilor, erau aproape întotdeauna considerate obiecte ale botanicii, deşi mai nimic în ceea ce le priveşte – modul de reproducere, respiraţia, creşterea –

nu se potriveşte cu lumea plantelor. Ca structură, au mai multe în comun cu animalele, prin aceea că îşi alcătuiesc celulele din chitină, ceea ce le conferă textura distinctivă. Din aceeaşi substanţă se formează şi carapacele insectelor, şi ghearele mamiferelor, deşi o rădaşcă nu este nici pe departe la fel de gustoasă ca o ciupercă portobello. În plus, spre deosebire de plante, fungii nu fac fotosinteză, prin urmare, nu au clorofilă şi deci nu sunt verzi. În schimb, cresc direct pe sursa de hrană, care poate fi orice. Ciupercile mănâncă sulful de pe un zid de beton sau reziduurile degradate dintre degetele noastre de la picioare, două lucruri pe care o plantă nu le-ar face niciodată. Aproape singura lor trăsătură care le asemuieşte cu plantele este aceea că au rădăcini.

Un grup de organisme cu şi mai multe probleme în privinţa încadrării într-o categorie îl reprezintă plantele destul de bizare numite oficial mixomicete, dar cunoscute popular sub numele de mucegaiuri mucilaginoase. Fără îndoială că numele lor face referire la obscuritatea în care trăiesc. O denumire care să fi sunat ceva mai dinamic – „protoplasmă ambulantă cu autoactivare”, de exemplu – şi care să fi amintit mai puţin de ceea ce găseşti dacă bagi mâna într-o ţeavă de scurgere înfundată le-ar fi adus mult mai rapid acestor extraordinare entităţi atenţia pe care o merită, pentru că, să nu ne lăsăm păcăliţi, mucegaiurile mucilaginoase se numără printre cele mai interesante organisme din natură. În vremurile bune, ele trăiesc ca indivizi unicelulari, precum amibele. Dar atunci când condiţiile devin dificile, se târăsc către un loc de reuniune şi, în mod aproape miraculos, devin o colonie. O colonie nu are nimic frumos în ea şi nici nu ajunge prea departe – de obicei, de la fundul unui morman de frunze moarte până spre suprafaţă, unde găseşte o poziţie oarecum mai expusă –, dar, vreme de milioane de ani, se prea poate ca asta să fi fost cea mai straşnică şmecherie a universului.

Şi nu se opreşte aici. După ce s-au târât până într-un loc mai favorabil, mucegaiurile mucilaginoase se transformă din nou, emulând forma unei plante. Printr-un oarecare proces ciudat, dar nu mai puţin organizat, celulele se reconfigurează, precum membrii unei mici fanfare, pentru a forma un lujer în vârf, peste care ia naştere un bulb cunoscut drept corpul reproducător. În interiorul său există milioane de spori care, la momentul potrivit, sunt eliberaţi în vânt pentru a redeveni organisme unicelulare şi a reîncepe întregul proces.

Ani de-a rândul, zoologii au susţinut că acestea sunt protozoare, iar micologii că sunt fungi, deşi majoritatea oamenilor îşi dădeau seama că nu sunt nici una, nici alta. În era testărilor genetice, oamenii în halate de laborator au aflat cu surprindere că mucegaiurile mucilaginoase sunt atât de diferite şi de ciudate, încât nu se înrudesc direct cu nimic altceva din natură, iar uneori nici măcar între ele.

În 1969, într-o încercare de a aduce o oarecare ordine în sistemul de clasificări din ce în ce mai inadecvat, un ecologist de la Cornell pe nume R.H. Whittaker a prezentat în publicaţia Science o propunere de împărţire a vieţii în cinci ramuri principale – regnuri, cum sunt ele cunoscute –, numite Animalia, Plantae, Fungi, Protista şi Monera. Protista era o modificare a unui termen mai vechi, Protoctista, propus cu un secol în urmă de un biolog scoţian pe nume John Hogg şi menit să descrie orice organisme care nu erau nici plante, nici animale.

Deşi noua schemă a lui Whittaker aducea o mare îmbunătăţire, Protista erau în continuare definite destul de vag. Unii taxonomişti au rezervat termenul pentru organismele unicelulare mari – eucariotele –, în vreme ce alţii l-au considerat un fel de sertar pentru şosetele desperecheate al biologiei, aruncând în el tot ce nu încăpea în alte părţi. În funcţie de textul pe care-l consultai, includea amibe, mucegaiuri mucilaginoase, ba chiar ierburi de mare, printre multe altele. După un calcul estimativ,

conţinea în total până la două sute de mii de specii diferite de organisme. Adică o mulţime de şosete desperecheate.

Ironic este faptul că exact atunci când clasificarea în cinci regnuri a lui Whittaker îşi făcea drum către manualele şcolare, un modest cercetător de la Universitatea din Illinois îşi croia cu paşi şovăielnici propria cale către o descoperire ce avea să repună totul în discuţie. Numele său era Carl Woese (rimează cu rose) şi de la mijlocul anilor 1960 – sau cât de devreme a fost cu putinţă – a studiat în tăcere secvenţele genetice ale bacteriilor. În zilele de pionierat, acest proces presupunea o minuţiozitate formidabilă. Munca asupra unei singure bacterii putea dura un an, fără nicio exagerare. După părerea lui Woese, la acea vreme erau cunoscute cam 500 de specii de bacterii, adică mai puţine decât numărul de specii care există în gura dumneavoastră. Astăzi numărul ajunge la de zece ori mai mult, deşi este încă mic dacă îl comparăm cu cele 26.900 de specii de alge, 70.000 de ciuperci şi 30.800 de amibe, precum şi alte organisme conexe de care sunt pline analele biologiei.

Dacă totalul rămâne scăzut, nu este doar din cauza indiferenţei. Bacteriile sunt exasperant de greu de izolat şi de studiat. Numai circa 1% cresc în culturi. Având în vedere adaptabilitatea acerbă de care dau dovadă în natură, este ciudat că singurul loc în care nu par să vrea să trăiască este o placă Petri. Puteţi să le răsturnaţi pe un pat de mediu de cultură şi să le alintaţi cât vreţi, majoritatea vor zăcea acolo, refuzând să dea curs vreunui stimulent de a se dezvolta. Orice bacterie care evoluează într-un laborator este prin definiţie excepţională şi totuşi acestea au fost aproape în exclusivitate organismele studiate de microbiologi. Woese spunea că „e ca şi cum ai învăţa despre animale vizitând o grădină zoologică”.

Însă genele i-au permis lui Woese să abordeze microorganismele dintr-un alt unghi. Pe parcursul studiului, el şi-a dat seama că în lumea microbiană existau

diviziuni mai pregnante decât şi-ar fi imaginat cineva. O mulţime de mici organisme care arătau ca bacteriile şi se comportau ca ele erau de fapt complet altceva, ceva care se despărţise de bacterii cu mult timp în urmă. Woese le-a numit arhebacterii, prescurtate mai târziu archaea.

Trebuie spus că atributele prin care acestea se disting de bacterii nu ar face să crească pulsul nimănui, cu excepţia unui biolog. Majoritatea o reprezintă diferenţele la nivelul lipidelor şi absenţa a ceva numit peptidoglican. În practică însă, acestea induc o diferenţă enormă. Archaea sunt mai diferite de bacterii decât suntem noi de crabi sau de păianjeni. De unul singur, Woese a descoperit o diviziune nebănuită a vieţii atât de fundamentală, încât se plasa dincolo de nivelul regnului, în nucleul Copacului Universal al Vieţii, cum îl cunoaştem noi într-o terminologie respectuoasă.

În 1976 Woese a uimit lumea – sau măcar părticica de lume care îi acorda atenţie – redesenând Copacul Vieţii pentru a include nu cinci mari diviziuni, ci douăzeci şi trei. Le-a grupat în trei categorii principale – Bacteria, Archaea şi Eucarya (eucariotele) –, pe care le-a numit domenii. Noul aranjament arăta astfel:

- *Bacteria:* cianobacteriile, bacteriile purpurii, bacteriile gram-pozitive, bacteriile verzi nesulfuroase, flavobacteriile şi Thermotogae
- *Archaea:* halofilele extreme, methanosarcina, metanogenele, methanococcus, hipertermofilele, acidofilele extreme
- *Eucarya:* ordinul *Diplomonadida,* ordinul *Microsporidia,* ordinul *Trichomonadida,* flagelatele, entamibele, mucegaiurile mucilaginoase, ciliatele, plantele, ciupercile şi animalele

Noile diviziuni ale lui Woese nu au luat lumea biologică cu asalt. Unii i-au negat sistemul ca fiind prea mult aplecat

spre lumea microbilor. Mulţi l-au ignorat pur şi simplu. Potrivit lui Frances Ashcroft, Woese „s-a simţit cumplit de dezamăgit”. Dar treptat noua sa schemă a început să prindă în rândul microbiologilor. Botaniştilor şi zoologilor le-a luat mult mai mult până să-i aprecieze virtuţile. Şi nici nu este greu de înţeles de ce. În modelul lui Woese, lumea botanicii şi cea a zoologiei sunt reduse la numai câteva ramuri de pe o îndepărtată creangă dintr-o despicătură a trunchiului numită eucariote. În rest, totul aparţine fiinţelor unicelulare.

„Aceşti oameni au fost educaţi să creeze clasificări în termeni de asemănări şi deosebiri morfologice brute”, declara Woese unui ziarist, în 1996. „Pentru mulţi dintre ei, ideea de a face acelaşi lucru în termeni de secvenţe moleculare este o pastilă mai greu de înghiţit.” Pe scurt, dacă nu pot vedea o diferenţă cu ochii lor, nu o acceptă, de aceea au continuat să susţină împărţirea mai convenţională în cinci regnuri – un aranjament pe care Woese l-a numit în momentele sale mai blânde „nu foarte folositor” şi „de-a dreptul înşelător” în restul timpului. Woese scria: „Ca şi fizica înaintea ei, biologia a trecut la un nivel la care, de multe ori, obiectele de studiu şi interacţiunile lor nu pot fi percepute prin observare directă”.

În 1998, marele şi bătrânul zoolog de la Harvard Ernst Mayr (care pe atunci avea nouăzeci şi patru de ani, iar la momentul la care scriu această carte se apropie de o sută şi este încă în putere) a pus şi mai multe paie pe foc, declarând că ar trebui să existe doar două ramificaţii principale ale vieţii – „imperii”, cum le numea el. Într-o lucrare publicată în Proceedings of the National Academy of Sciences, Mayr a spus că descoperirile lui Woese erau interesante, dar în ultimă instanţă eronate, remarcând că „Woese nu are pregătire de biolog şi, prin urmare, era normal să nu fie îndeajuns de familiarizat cu principiile clasificării”, ceea ce reprezintă probabil cea mai clară

formă prin care un distins cercetător poate spune despre altul că habar nu are despre ce vorbeşte.

Detaliile criticilor aduse lui Mayr sunt extrem de tehnice – privesc probleme legate de sexualitatea meiotică, cladistica hennigiană şi controverse legate de interpretări ale genomului de Methanobacterium thermoautrophicum, printre multe altele –, dar, în principal, el susţine că aranjamentul lui Woese dezechilibrează Copacul Vieţii. Mayr subliniază că lumea bacteriilor abia dacă reprezintă câteva mii de specii, în vreme ce universul arhean are abia 175 de specimene denumite şi poate câteva mii ce urmează a fi descoperite – „dar probabil că nu mai mult de atât". Prin contrast, lumea eucariotă – adică organisme complicate cu celule nucleate, ca noi – cuprinde deja milioane de specii. De dragul „principiului echilibrului", Mayr susţine combinarea organismelor simple, bacteriene într-o categorie unică, procariote, şi plasarea celorlalte, mai complexe şi „puternic evoluate", în imperiul eucariotelor, care ar reprezenta o contrapartidă egală. Altfel spus, el militează pentru păstrarea lucrurilor în bună măsură aşa cum erau. Această diviziune în celule simple şi celule complexe „este locul marii rupturi din lumea vie".

Dacă noul aranjament al lui Woese ne învaţă un lucru, atunci acela este că viaţa e cu adevărat variată şi că cea mai mare parte a acelei varietăţi se regăseşte la o scară minusculă, unicelulară şi necunoscută. Este un impuls uman cât se poate de firesc să concepem evoluţia ca pe un lung lanţ de îmbunătăţiri, o dezvoltare fără sfârşit către supradimensionare şi complexitate – într-un cuvânt, către noi. Ne flatăm singuri. Cea mai mare parte a diversităţii reale de-a lungul evoluţiei s-a manifestat la scară redusă. Noi, fiinţele mari, suntem doar excrescenţe întâmplătoare – o interesantă ramură colaterală. Dintre cele douăzeci şi trei de diviziuni principale ale vieţii, numai trei – plantele, animalele şi fungii – sunt suficient de mari pentru a fi văzute de ochiul uman şi chiar şi acestea conţin specii

microscopice. Să nu uităm că, potrivit lui Woese, dacă am însuma biomasa planetei – fiecare organism viu, inclusiv plantele –, microbii ar reprezenta cel puţin 80% din tot ce există, dacă nu mai mult. Lumea le aparţine celor mici, iar aşa stau lucrurile de foarte multă vreme.

*

Atunci, cu siguranţă că vă veţi întreba la un moment dat: de ce vor microbii atât de des să ne facă rău? Ce satisfacţie ar putea avea un microb dacă ne face să ne crească temperatura, ne dă frisoane, ne desfigurează de durere şi, mai presus de toate, ne omoară? La urma urmelor, o gazdă moartă nu are cum să ofere ospitalitate pe termen lung.

Pentru început, ar trebui să ne amintim că majoritatea microorganismelor sunt neutre sau chiar benefice pentru fiinţa umană. Organismul cel mai infecţios de pe Pământ, o bacterie numită wolbachia, nu afectează deloc oamenii – şi nici vreo altă vertebrată –, dar dacă eşti un crevete, un vierme sau o musculiţă de oţet, te poate face să îţi doreşti să nu te fi născut. În ansamblu, potrivit publicaţiei National Geographic, numai aproximativ un microb dintr-o mie este un agent patogen pentru oameni – deşi, ştiind cam ce efecte pot avea unii dintre ei, vom fi iertaţi dacă suntem de părere că şi aşa este suficient. Chiar dacă cei mai mulţi sunt benigni, microbii reprezintă încă ucigaşul numărul trei în lumea occidentală şi, chiar dacă nu ne ucid, mulţi dintre ei ne fac să le regretăm profund existenţa.

Microbul obţine unele beneficii dacă îşi îmbolnăveşte gazda. Simptomele unei boli ajută de multe ori la răspândirea acesteia. Vomitatul, strănutul şi diareea sunt metode excelente de a părăsi o gazdă şi de a se poziţiona pentru a invada o alta. Cea mai eficientă strategie dintre toate este să îşi asigure ajutorul unei terţe părţi mobile. Organismele infecţioase adoră ţânţarii, pentru că înţepătura acestora le trimite direct în fluxul sangvin, unde

se pot apuca imediat de treabă, înainte ca mecanismele de apărare ale victimei să îşi dea seama ce le-a lovit. Iată de ce atât de multe boli din grupa A – malaria, frigurile galbene, febra Dengue, encefalita şi vreo sută de altele mai puţin mediatizate, dar adesea devastatoare – încep de la o înţepătură de ţânţar. Avem mare noroc că HIV, agentul SIDA, nu se află printre ele – sau cel puţin nu încă. Orice HIV pe care un ţânţar îl ingerează în drumul său este dizolvat de metabolismul ţânţarului. În ziua în care virusul va găsi o mutaţie prin care să treacă de acesta, vom da de belea.

Însă ar fi o greşeală să analizăm prea atent problema dintr-o perspectivă logică, pentru că, în mod evident, microorganismele nu sunt entităţi capabile de premeditare. Lor nu le pasă ce vă fac mai mult decât vă pasă dumneavoastră de masacrele pe care le provocaţi în rândurile lor: doar le ucideţi cu milioanele atunci când vă spălaţi cu săpun sau vă daţi cu deodorant. Singurul moment în care sănătatea noastră pe termen lung are relevanţă pentru un agent patogen este atunci când ne omoară prea eficient. Dacă ne elimină înainte să treacă într-o altă gazdă, atunci ar putea să moară şi el. Jared Diamond scria că istoria este plină de boli care „au provocat cândva epidemii terifiante şi apoi au dispărut la fel de misterios precum apăruseră". El citează devastatoarea, dar, din fericire, tranzitoria boală engleză a transpiraţiei, care s-a manifestat brutal între 1485 şi 1552, omorând zeci de mii de oameni în drumul său, înainte să se stingă. O eficienţă prea mare nu aduce nimic bun pentru niciun organism infecţios.

În mare parte, bolile nu sunt o consecinţă a ceea ce micuţul organism v-a făcut dumneavoastră, ci a ceea ce corpul dumneavoastră încearcă să-i facă acestuia. În încercarea sa de a elibera organismul de agenţi patogeni, sistemul imunitar distruge uneori celule sau afectează ţesuturi vitale, prin urmare, atunci când nu vă e bine, ceea

ce simţiţi nu sunt agenţii patogeni, ci răspunsul propriului sistem imunitar. În orice caz, îmbolnăvirea este un răspuns inteligent la infecţie. Oamenii bolnavi se retrag în paturile lor, la odihnă, şi astfel nu mai reprezintă o ameninţare atât de mare pentru restul comunităţii.

Întrucât în mediu există atât de multe lucruri cu potenţial distructiv pentru dumneavoastră, corpul deţine o largă varietate de globule albe de apărare în sânge – cam zece milioane de tipuri în total, fiecare proiectată să identifice şi să distrugă un anume tip de invadator. Ar fi ineficient şi imposibil să menţinem zece milioane de armate active distincte, prin urmare, fiecare varietate de globule albe păstrează doar câteva detaşamente active. Când ne invadează un agent infecţios – cunoscut drept antigen –, detaşamentele potrivite identifică atacatorul şi trimit un ordin prin care cheamă ajutoare de tipul potrivit. În timp ce corpul nostru produce aceste forţe, este foarte posibil să vă simţiţi mizerabil. Zorii recuperării apar atunci când, în sfârşit, trupele se lansează în acţiune.

Globulele albe sunt necruţătoare, vânând şi omorând orice agent patogen pe care-l găsesc. Pentru a nu fi eliminaţi, atacatorii şi-au dezvoltat două strategii elementare. Fie lovesc rapid şi trec mai departe la o nouă gazdă, cum se întâmplă cu bolile infecţioase frecvente, precum gripa, fie se deghizează astfel încât globulele albe să nu-i descopere, cum se întâmplă cu HIV, virusul care provoacă SIDA, care se poate ascunde neobservat şi fără să provoace vreun rău în nucleele celulelor ani de zile, înainte să pornească acţiunea decisivă.

Unul dintre aspectele ciudate ale infecţiei este acela că microbii, care în mod normal nu sunt deloc dăunători, ajung uneori unde nu trebuie în corp şi „parcă o iau razna”, după spusele doctorului Bryan Marsh, specialist în boli infecţioase la Dartmouth-Hitchcock Medical Center din Lebanon, New Hampshire. „Se întâmplă frecvent în cazul accidentelor de automobil, atunci când oamenii suferă

leziuni interne. Microbii care în mod normal sunt benigni în abdomen ajung în alte părţi ale corpului, în fluxul sangvin, de exemplu, şi provoacă un dezastru teribil.”

Cea mai de temut şi mai incontrolabilă boală bacteriană a momentului este cea numită fasciită necrozantă (sau cangrena streptococică), în care bacteriile mănâncă practic victima din interior spre exterior, devorând ţesutul intern şi lăsând în urmă un reziduu putred şi urât mirositor. De multe ori, pacienţii vin la doctor plângându-se de probleme relativ minore – de obicei, o mâncărime pe piele şi febră –, dar apoi starea lor se deteriorează alarmant. Atunci când sunt deschişi prin operaţie, se descoperă că sunt pur şi simplu devoraţi. Singurul tratament cunoscut este „excizia chirurgicală radicală” – adică tăierea fiecărei porţiuni de zonă infestată. Victimele mor în proporţie de 70%, iar multe dintre cele care supravieţuiesc rămân oribil desfigurate. Sursa infecţiei o reprezintă o familie banală de bacterii numită streptococ de grup A, care în mod normal se limitează la a provoca doar o angină streptococică. Absolut ocazional, din motive necunoscute, unele dintre aceste bacterii trec de bariera gâtului şi intră în corpul propriu-zis, unde fac ravagii. Sunt perfect rezistente la antibiotice. În Statele Unite apar circa o mie de cazuri pe an şi nimeni nu poate afirma cu certitudine că situaţia nu o să se înrăutăţească.

Exact acelaşi lucru se întâmplă cu meningita. Cel puţin 10% dintre adulţii tineri şi până la 30% dintre adolescenţi sunt purtătorii ucigaşei bacterii Neisseria meningitidis (meningococul), dar aceasta trăieşte în gât fără să afecteze nimic. Doar ocazional – cam la o persoană tânără dintr-o sută de mii –, intră în fluxul sangvin şi îmbolnăveşte grav gazda. În cazurile cele mai grave, moartea poate surveni în douăsprezece ore. O rapiditate şocantă. „Se poate întâmpla ca o persoană să fie perfect sănătoasă la micul dejun şi deja moartă până la cină”, spune Marsh.

Am avea mai mult succes în faţa bacteriilor dacă nu am fi atât de risipitori cu cea mai bună armă a noastră împotriva lor: antibioticele. Este remarcabil faptul că, potrivit unei estimări, până la 70% dintre antibioticele folosite în lumea dezvoltată sunt date animalelor de fermă, de multe ori odată cu hrana, pentru a încuraja creşterea sau ca o precauţie contra infecţiilor. Această folosire le oferă pe tavă bacteriilor condiţiile ideale pentru a-şi dezvolta imunitatea la ele. O şansă de care s-au folosit până acum cu entuziasm.

În 1952, penicilina era pe deplin eficientă împotriva tuturor tulpinilor de stafilococi, într-o asemenea măsură, încât, la începutul anilor 1960, preşedintele colegiului medicilor din Statele Unite, William Stewart, se simţea suficient de încrezător încât să declare: „A sosit timpul să întoarcem pagina peste bolile infecţioase. Practic am eradicat infecţiile din Statele Unite". Şi, chiar în timp ce vorbea, cam 90% dintre tulpinile de stafilococi erau pe cale de a-şi dezvolta imunitatea la penicilină. Curând, una dintre aceste noi tulpini, numită Staphylococcus aureus meticilino-rezistent, a început să apară prin spitale. Un singur tip de antibiotic, vancomicina, a rămas eficient în faţa ei, dar în 1997 un spital din Tokyo a raportat posibilitatea să fi apărut o tulpină imună până şi la aceasta. În doar câteva luni se răspândise în alte şase spitale japoneze. Peste tot, microbii încep din nou să câştige războiul: numai în spitalele din Statele Unite, circa paisprezece mii de oameni mor anual din cauza infecţiilor de care se îmbolnăvesc acolo. După cum remarca James Surowiecki într-un articol din The New Yorker, dacă au de ales între a produce antibiotice, pe care oamenii le iau vreme de două săptămâni, şi antidepresive pe care oamenii le vor lua în fiecare zi tot restul vieţii, nu este nicio mirare de ce companiile farmaceutice vor prefera să le producă pe acestea din urmă. Deşi unele au fost într-o oarecare măsură întărite, industria farmaceutică nu ne-a mai oferit un antibiotic complet nou din anii 1970.

Nepăsarea noastră este cu atât mai alarmantă cu cât s-a descoperit că multe alte boli care ne afectează par să fie de origine bacteriană. Procesul de descoperire a început în 1983, când un doctor din Perth, Australia de Vest, Barry Marshall, a constatat că numeroase forme de cancer de stomac şi majoritatea cazurilor de ulcer stomacal sunt provocate de o bacterie numită Helicobacter pylori. Deşi aceste descoperiri au fost uşor de dovedit prin teste, ideea era atât de radicală, încât a trebuit să treacă mai mult de un deceniu până să fie universal acceptată. Institutul Naţional de Sănătate al Statelor Unite, de exemplu, a început să susţină oficial ideea abia în 1994. „Probabil că sute sau chiar mii de oameni au murit de ulcer complet inutil”, îi declara Marshall unui reporter de la Forbes în 1999.

De atunci încoace, numeroase alte cercetări au arătat că există sau sunt şanse mari să existe o componentă bacteriană în multe alte tipuri de dereglări – probleme cardiace, astm, artrită, scleroză în plăci, câteva tipuri de tulburări psihice, multe forme de cancer şi, după cum s-a sugerat (şi încă în revista Science), chiar în obezitate. S-ar putea să nu fie departe ziua în care vom avea nevoie disperată de un antibiotic eficient, dar nu va exista niciunul la care să apelăm.

S-ar putea să ne liniştească întru câtva să aflăm că înseşi bacteriile se pot îmbolnăvi. Uneori se pot infecta cu bacteriofagi (sau doar fagi), un tip de virus. Un virus este o entitate ciudată şi nesuferită – „un fragment de acid nucleic înconjurat de veşti proaste”, după memorabila expresie a laureatului Premiului Nobel Peter Medawar. Mai mic şi mai simplu decât bacteria, virusul nu este o entitate vie. În izolare, este inert şi benign. Dar, dacă îl introducem într-o gazdă potrivită, se aruncă în acţiune, se trezeşte la viaţă. Până în prezent, se cunosc aproximativ cinci mii de tipuri de viruşi, care, prin efortul lor combinat, ne aduc sute de boli, de la gripă şi guturai la cele mai invidioase pe

bunăstarea omului: variola, turbarea, frigurile galbene, Ebola, poliomielita şi SIDA.

Viruşii înfloresc pur şi simplu prin deturnarea de material genetic de la celula vie şi folosirea lui pentru producerea altor viruşi. Se reproduc fanatic, apoi se reped în căutarea altor celule pe care să le invadeze. Cum ei înşişi nu sunt organisme vii, îşi permit să îşi menţină simplitatea. Mulţi dintre ei, inclusiv HIV, au zece gene sau chiar mai puţine, în vreme ce până şi cea mai simplă bacterie are nevoie de câteva mii. De asemenea, sunt foarte mici, mult prea mici pentru a fi văzuţi cu un microscop obişnuit. Abia în 1943, odată cu inventarea microscopului electronic, ştiinţa a reuşit în sfârşit să îi vadă. Dar pot provoca daune enorme. Variola a omorât, numai în secolul XX, aproximativ 300 de milioane de oameni.

De asemenea, au o deconcertantă capacitate de a reapărea în lume într-o formă nouă şi surprinzătoare, pentru ca apoi să se volatilizeze la fel de rapid cum au venit. În 1916, într-o astfel de situaţie, oameni din Europa şi America au început să cadă răpuşi de o ciudată boală a somnului, care a devenit cunoscută sub numele de encefalită letargică. Victimele mergeau la culcare şi nu se mai trezeau. Puteau fi trezite fără mari dificultăţi ca să mănânce şi să meargă la baie şi răspundeau în mod logic la întrebări – ştiau cine sunt şi unde se află –, dar erau permanent apatice. Însă în clipa în care se duceau să se odihnească cădeau imediat într-un somn profund şi rămâneau în acea stare atât timp cât erau lăsaţi. Unii au dus-o astfel luni de zile înainte să moară. Câţiva au supravieţuit şi şi-au recăpătat cunoştinţa, dar nu şi pofta de viaţă de dinainte. Au continuat să trăiască într-o stare de profundă apatie, „precum vulcanii stinşi”, după spusele unui medic. În zece ani, boala a omorât circa cinci milioane de oameni şi apoi a dispărut pe nesimţite. Nu a primit o atenţie prea mare pentru că, între timp, o epidemie şi mai

rea – chiar cea mai rea din istorie – a cuprins întreaga lume.

Numită uneori pandemia de gripă spaniolă, epidemia a fost feroce. Primul Război Mondial a omorât 21 de milioane de oameni în patru ani; gripa spaniolă a ucis la fel de mulţi doar în primele patru luni. Aproape 80% din totalul pierderilor americane din Primul Război Mondial nu au fost provocate de focul inamic, ci de gripă. În unele unităţi, rata mortalităţii urca până la 80%.

Gripa spaniolă a apărut în primăvara lui 1918, ca o gripă normală, care nu era fatală, dar cumva, în lunile ce au urmat – nimeni nu ştie cum sau unde –, a apărut o mutaţie mult mai gravă. O cincime dintre victime au prezentat doar simptome uşoare, dar restul s-au îmbolnăvit grav şi cei mai mulţi au murit. Unii au decedat într-un interval de câteva ore, alţii au dus-o aşa câteva zile.

În Statele Unite, primele decese au fost înregistrate în rândul marinarilor din Boston la sfârşitul lui august 1918, dar epidemia s-a răspândit rapid în toate colţurile ţării. Şcolile s-au închis, spectacolele publice au fost întrerupte, iar oamenii purtau măşti. Nu a fost de mare folos. Între toamna lui 1918 şi primăvara anului următor, în America au murit de gripă 548.452 de oameni. În Marea Britanie, numărul morţilor a fost de 220.000, iar în Franţa şi Germania s-au înregistrat cifre similare. Nimeni nu cunoaşte numărul de victime la nivel global, deoarece înregistrările din Lumea a Treia erau de multe ori deficitare, dar a depăşit cu siguranţă douăzeci de milioane şi e foarte probabil să se fi apropiat de cincizeci. Unele estimări plasează cifra globală chiar la o sută de milioane.

În încercarea de a produce un vaccin, autorităţile medicale au desfăşurat experimente pe voluntari într-o închisoare militară din Deer Island, în portul Boston. Prizonierilor li s-a promis amnistierea dacă supravieţuiau unei serii de teste. Testele erau... riguroase, ca să folosim un cuvânt delicat. În primul rând, subiecţilor li se injecta

ţesut de plămân infectat prelevat de la cadavre şi apoi li se pulverizau în ochi, în nas şi în gură aerosoli infectaţi. Dacă nu mureau, li se introducea în gât materie luată de la bolnavi şi muribunzi. Dacă toate acestea eşuau, li se cerea să stea cu gura deschisă în timp ce o victimă grav bolnavă le tuşea în faţă. Dintr-un număr – oarecum surprinzător – de trei sute de oameni care s-au oferit ca voluntari, medicii au ales şaizeci şi doi pentru teste. Niciunul nu a contractat gripa – nici măcar unul. Singura persoană care chiar s-a îmbolnăvit a fost doctorul pavilionului, care a şi murit rapid. Explicaţia posibilă este că epidemia trecuse prin închisoare cu câteva săptămâni înainte, iar voluntarii, cu toţii supravieţuitori ai acelei vizite, aveau o imunitate naturală.

Multe aspecte legate de epidemia de gripă din 1918 sunt înţelese prea puţin sau deloc. Unul dintre mistere este legat de felul în care aceasta a erupt subit peste tot, în locuri despărţite de oceane, lanţuri muntoase şi alte impedimente fizice. Un virus nu poate supravieţui mai mult de câteva ore în afara unui corp-gazdă, aşadar, cum a putut apărea în aceeaşi săptămână la Madrid, Bombay şi Philadelphia?

Un răspuns ar putea fi acela că virusul se afla în incubaţie şi a fost răspândit de persoane care prezentau simptome uşoare sau chiar deloc. Chiar şi în epidemiile de gripă obişnuită, circa 10% dintre indivizii aparţinând oricărei populaţii date au gripă, dar nu sunt conştienţi de boală pentru că nu prezintă niciun fel de simptome. Şi tocmai pentru că rămân activi, aceştia sunt de obicei cei mai buni transmiţători ai bolii.

Aceasta ar explica extinderea globală a epidemiei din 1918, dar tot nu explică în ce fel a reuşit să stea ascunsă câteva luni, înainte să erupă atât de exploziv, aproape în acelaşi moment, peste tot. Şi mai misterios este faptul că cele mai devastatoare efecte le-a avut asupra oamenilor în floarea vârstei. În mod normal, gripa este cea mai aspră cu

copiii mici şi cu bătrânii, dar în epidemia din 1918 decesele au survenit în număr copleşitor în rândul persoanelor de douăzeci şi treizeci de ani. Oamenii mai bătrâni ar fi putut să beneficieze de imunitatea dobândită în urma unei expuneri anterioare la aceeaşi tulpină, dar nu se ştie de ce şi cei foarte tineri au fost ocoliţi în egală măsură. Cel mai mare mister dintre toate este întrebarea de ce gripa din 1918 a ucis cu atâta ferocitate, în vreme ce majoritatea gripelor nu o fac. Încă nu avem nici cea mai vagă idee.

Din vreme în vreme, unele tulpini de viruşi revin. Un virus rusesc de temut, cunoscut sub numele de H1N1, a provocat epidemii severe, pe arii extinse, în 1933, apoi în anii 1950 şi din nou în anii 1970. Unde s-a dus de fiecare dată între aceste momente nu se cunoaşte. O sugestie ar fi că viruşii se ascund neobservaţi în populaţiile de animale sălbatice, înainte să afecteze o nouă generaţie de oameni. Nimeni nu poate exclude posibilitatea ca marea epidemie de gripă spaniolă să scoată din nou capul la iveală.

Şi, dacă nu o face ea, ar putea să o facă altele. Tot timpul apar noi viruşi înspăimântători. Ebola, febrele, Lassa şi Marburg, toate au avut în general tendinţa să izbucnească şi apoi să se stingă, dar nimeni nu poate afirma că ele nu stau în tăcere pe undeva, creând mutaţii sau aşteptând pur şi simplu momentul oportun ca să izbucnească din nou, cu efecte catastrofale. Acum este evident că SIDA s-a aflat printre noi de mai mult timp decât s-a bănuit la început. Cercetătorii de la Manchester Royal Infirmary au descoperit că un marinar care murise în 1959 din cauze misterioase şi netratabile a avut în realitate SIDA. Şi totuşi, din motive necunoscute, boala a rămas ascunsă, mai mult în formă latentă, vreme de alţi douăzeci de ani.

Putem considera un miracol faptul că alte boli asemănătoare nu au scăpat de sub control. Febra Lassa, care a fost detectată pentru prima oară abia în 1969 în Africa de Vest, este extrem de virulentă şi prea puţin înţeleasă. În 1969, un doctor de la Laboratorul Universităţii

Yale din New Haven, Connecticut, care studia febra Lassa s-a îmbolnăvit. A supravieţuit, dar alarmant a fost faptul că un tehnician dintr-un laborator învecinat, care nu fusese expus direct, s-a îmbolnăvit la rândul său şi a murit.

Din fericire, răspândirea s-a oprit aici, dar nu putem conta pe faptul că vom fi întotdeauna la fel de norocoşi. Stilul nostru de viaţă parcă invită epidemiile să se declanşeze. Călătoriile cu avionul fac posibilă răspândirea agenţilor infecţioşi pe întreaga planetă cu o uşurinţă uimitoare. Un virus Ebola ar putea să-şi înceapă ziua, de exemplu, în Benin şi, până la căderea serii, să se lăfăie în New York, Hamburg, Nairobi sau în toate trei. Aceasta mai înseamnă şi că autorităţile medicale trebuie, din ce în ce mai mult, să fie familiarizate cu toate maladiile care există oriunde în lume, ceea ce fireşte că nu se întâmplă. În 1990 un nigerian care locuia la Chicago a fost expus la virusul febrei Lassa în timpul unei vizite în ţara sa natală, dar nu a prezentat niciun fel de simptome până la întoarcerea în Statele Unite. A murit într-un spital din Chicago, fără diagnostic şi fără ca cineva să fi luat vreo măsură specială pentru tratarea lui; nimeni nu părea conştient de faptul că avea una dintre cele mai periculoase şi mai infecţioase boli de pe planetă. În mod miraculos, nimeni altcineva nu a fost infectat, dar s-ar putea ca data viitoare să nu mai fim la fel de norocoşi.

Şi, în această notă serioasă, este momentul să ne întoarcem în lumea fiinţelor vizibile.

Capitolul 21

Viaţa merge mai departe

Nu este uşor să devii fosilă. Soarta mai tuturor organismelor vii – peste 99,9% dintre ele – este aceea de a se descompune până la stadiul de nimic. Când scânteia din fiinţă a dispărut, fiecare moleculă din noi va fi îndepărtată bucăţică cu bucăţică, sau măturată, pentru a i se găsi o utilizare în altă parte, într-un alt sistem. Pur şi simplu, aşa stau lucrurile. Şi chiar dacă v-aţi include în infimul procent de organisme mai mic de 0,1% care nu ajunge să fie devorat, şansele de a fi fosilizat sunt foarte mici.

Pentru a deveni fosilă, trebuie să se întâmple mai multe lucruri. În primul rând, trebuie să muriţi în locul potrivit. Numai circa 15% dintre roci pot conserva fosile, prin urmare nu este de niciun folos să depuneţi armele pe un viitor pat de granit. Mai concret, decedatul trebuie să ajungă să fie îngropat într-un sediment în care să poată lăsa o urmă, ca o frunză în noroiul umed, sau să se descompună fără a intra în contact cu oxigenul, ceea ce le-ar permite moleculelor din oasele sale şi din ţesuturile tari (şi foarte rar din ţesuturile moi) să fie înlocuite de minerale dizolvate, creându-se o copie petrificată a originalului. Apoi, pe măsură ce sedimentele în care se ascunde fosila sunt presate, răsucite şi împinse fără niciun menajament de procesele Pământului, fosila trebuie să-şi păstreze cumva o formă identificabilă. În final, dar mai presus de toate, după zeci sau poate sute de milioane de ani, trebuie să fie găsită şi recunoscută drept ceva ce merită păstrat.

Se crede că numai un os dintr-un miliard se fosilizează. Dacă aşa stau lucrurile, asta înseamnă că întreaga moştenire fosilizată a americanilor care trăiesc în prezent – adică 270 de milioane de indivizi cu câte 206 oase fiecare – va fi de numai 50 de oase, un sfert de schelet complet. Iar aceasta, evident, nu înseamnă că vreunul dintre aceste oase va fi şi descoperit. Dacă nu pierdem din vedere că ar

putea fi îngropate aproape oriunde pe o arie de peste 9,3 milioane de kilometri pătraţi, din care prea puţin va fi vreodată răscolit sau examinat, ar fi de-a dreptul un miracol să fie descoperite. Fosilele sunt rare până la inexistenţă. Mare parte dintre vietăţile care au trăit pe Pământ nu au lăsat nicio urmă. S-a estimat că mai puţin de o specie din zece mii a intrat în istoria fosilelor. Este deja o proporţie infinitezimală. Însă, dacă acceptăm opinia generală că Pământul a produs, de-a lungul existenţei sale, treizeci de miliarde de specii de fiinţe, precum şi declaraţia lui Richard Leakey şi Roger Lewin (din The Sixth Extinction – A şasea dispariţie) potrivit căreia analele fosilelor conţin 250.000 de specii, proporţia se reduce la numai una la 120.000. În orice caz, ceea ce deţinem noi ar echivala cu o mostră infinitezimală din întregul vieţii care a luat naştere pe Pământ.

Mai mult, analele de care dispunem sunt de o neclaritate exasperantă. Vă daţi seama că majoritatea animalelor de pe Pământ nu mor în sedimente. Cad în câmp deschis şi sunt mâncate sau lăsate să putrezească şi descompuse de factorii climatici în mod definitiv. În consecinţă, balanţa analelor fosilelor înclină într-o proporţie aproape absurdă în favoarea vietăţilor marine. Circa 95% dintre toate fosilele de care dispunem provin de la animale care au trăit cândva sub apă, marea lor majoritate în mări acum secate.

Menţionez toate acestea pentru a explica de ce, într-o dimineaţă înnorată de februarie, m-am dus la Muzeul de Istorie Naturală din Londra să mă întâlnesc cu un paleontolog vesel, foarte plăcut, deşi uşor cam împrăştiat, pe nume Richard Fortey.

Fortey este genul de om care ştie o mulţime de lucruri despre o grămadă de subiecte. Este autorul unei cărţi splendide, ironice şi amuzante în acelaşi timp, numită Life: An Unauthorised Biography (Viaţa: o biografie neautorizată), care trece în revistă întreaga şi maiestuoasa

derulare de forţe a lumii animale. Dar prima sa iubire este un tip de creatură marină numită trilobit, care s-a bălăcit cândva în mările ordoviciene, dar care nu mai există de foarte multă vreme decât în varianta fosilizată. Toţi trilobiţii au avut o alcătuire de bază a corpului din trei părţi, sau lobi – cap, coadă şi torace –, de unde şi numele. Fortey a descoperit prima sa fosilă de trilobit pe când era un băieţel care se căţăra pe stâncile din St David's Bay, în Ţara Galilor. Şi astfel s-a născut o pasiune de o viaţă.

M-a condus într-o galerie cu dulapuri înalte de metal. Fiecare dulap era plin de sertare subţiri şi fiecare sertar era plin de trilobiţi petrificaţi – în total, 20.000 de specimene.

— Pare un număr impresionant, a aprobat el, dar trebuie să ţineţi cont că milioane şi milioane de trilobiţi au trăit vreme de milioane şi milioane de ani în mările străvechi, prin urmare, douăzeci de mii nu este un număr aşa de mare. Şi cele mai multe dintre ele sunt doar specimene parţiale. Descoperirea unei fosile integrale de trilobit reprezintă încă un eveniment pentru un paleontolog.

Trilobiţii au apărut pentru prima oară – cu o formă completă, aparent de nicăieri – acum circa 540 de milioane de ani, în apropiere de începutul marelui avânt al vieţii complexe, cunoscut popular sub numele de explozia cambriană, şi apoi au dispărut, împreună cu multe altele, în marea şi încă misterioasa extincţie din permian, aproximativ trei milioane de secole mai târziu. Ca în cazul tuturor creaturilor dispărute, există tentaţia firească de a le privi drept eşecuri, dar în realitate trilobiţii s-au aflat printre cele mai reuşite animale care au trăit vreodată. Vreme de 300 de milioane de ani, de două ori mai mult decât perioada de existenţă a dinozaurilor, aflaţi la rândul lor printre cei mai mari supravieţuitori din istorie, ei au dominat lumea. Fortey subliniază că, până în prezent, oamenii au supravieţuit cât o jumătate de procent din perioada de existenţă a trilobiţilor.

Având atât de mult timp la dispoziţie, trilobiţii au proliferat prodigios. Majoritatea au rămas de dimensiuni mici, cam cât un cărăbuş actual, dar unii au crescut până la dimensiunile unui platou. La un loc, au format cel puţin 5.000 de genuri şi 60.000 de specii, dar apar mereu unele noi. Fortey fusese de curând la o conferinţă în America de Sud, unde a fost abordat de o profesoară de la o mică universitate de provincie din Argentina.

— Avea o cutie plină cu lucruri interesante – trilobiţi care nu fuseseră văzuţi până atunci nicăieri altundeva în America de Sud, sau chiar pe glob, şi multe altele. Nu avea niciun fel de facilităţi de cercetare pentru a le studia şi nici fonduri ca să mai caute altele. Vaste părţi din lume rămân încă neexplorate.

— Vă referiţi la trilobiţi?

— Nu, mă refer la toate.

Pe toată durata secolului al XIX-lea, trilobiţii au fost aproape singurele forme cunoscute de viaţă timpurie complexă şi, din acest motiv, au fost colecţionaţi şi studiaţi asiduu. Marele mister legat de ei era apariţia lor bruscă. După cum spune Fortey, chiar şi acum poate fi uluitor să mergi la formaţiunea potrivită de roci, să îţi croieşti drum înapoi în timp prin eoni, fără să găseşti nicio urmă vizibilă de viaţă, pentru ca apoi, deodată, „un întreg Profallotaspis sau Elenellus, de dimensiunile unui crab, să pice în mâinile tale nerăbdătoare”. Aceste fiinţe aveau membre, branhii, sistem nervos, antene de cercetare, „un fel de creier”, în formularea lui Fortey, şi cei mai ciudaţi ochi văzuţi vreodată. Alcătuiţi din bastonaşe de calcit, acelaşi material din care se formează calcarul, trilobiţii ne-au arătat cel mai timpuriu sistem de vedere cunoscut. Mai mult decât atât, cei mai timpurii trilobiţi nu au format o singură specie îndrăzneaţă, ci zeci şi nu au apărut în unu sau două locuri, ci pretutindeni. Mulţi oameni învăţaţi din secolul al XIX-lea au văzut în aceasta o dovadă a măiestriei lui Dumnezeu şi o

dezarmare a idealurilor evoluţioniste ale lui Darwin. Dacă evoluţia a urmat un drum lent, au întrebat ei, atunci cum ar putea Darwin să explice apariţia bruscă a unor creaturi complexe, cu o structură bine definită? Iar adevărul este că nu se poate explica acest lucru.

Şi lucrurile păreau destinate să rămână în ceaţă pentru totdeauna, până într-o zi din 1909, cu trei luni înainte de aniversarea a cincizeci de ani de la publicarea lucrării lui Darwin Originea speciilor, când un paleontolog pe nume Charles Doolittle Walcott a făcut o descoperire extraordinară în Munţii Stâncoşi din Canada.

Walcott s-a născut în 1850 şi a crescut în apropiere de Utica, New York, într-o familie de condiţie modestă, care a devenit şi mai modestă la moartea subită a tatălui, când Charles avea doar câteva luni. În copilărie, Walcott a descoperit că are o înclinaţie spre găsirea fosilelor, în special de trilobiţi, şi şi-a alcătuit o colecţie suficient de importantă încât să fie cumpărată de Louis Agassiz pentru muzeul său de la Harvard, contra unei mici averi, circa 45.000 de lire sterline în banii de azi. Deşi educaţia lui abia ajungea la nivelul liceului şi se instruise singur în ale ştiinţei, Walcott a devenit o autoritate de prim rang în trilobiţi şi a fost primul care a stabilit că aceştia erau artropode, grupul care include insectele şi crustaceele moderne.

În 1879, Walcott şi-a luat o slujbă de cercetător de teren în cadrul nou formatului Institut Geologic al Statelor Unite şi şi-a făcut datoria atât de meritoriu, încât în mai puţin de cincisprezece ani a ajuns la conducerea acestuia. În 1907, a fost numit secretar al Institutului Smithsonian, unde a rămas până la moartea sa în 1927. În ciuda obligaţiilor sale administrative, a continuat o prolifică activitate de teren şi de scriitor. „Cărţile sale umplu un raft de bibliotecă”, potrivit lui Fortey. Ar mai merita menţionat că tot el a fost şi unul dintre directorii fondatori ai Comitetului Naţional de Consfătuire în Aeronautică, care în cele din urmă a devenit

Agenţia Naţională pentru Ştiinţe Spaţiale şi Aeronautică, sau NASA, şi astfel poate fi considerat pe drept un bunic al erei spaţiale.

În prezent, el a rămas cel mai cunoscut pentru o descoperire ingenioasă şi norocoasă făcută în Columbia Britanică, la mare înălţime deasupra orăşelului Field, la sfârşitul verii lui 1909. Versiunea cunoscută a poveştii spune că Walcott mergea călare alături de soţia sa, pe o potecă de munte, când calul femeii a alunecat pe o piatră. Descălecând să o ajute, Walcott a descoperit că animalul dislocase o bucată de marnă ce conţinea crustacee fosilizate de un tip special, foarte vechi. Începuse să cadă zăpada – iarna vine devreme în Munţii Stâncoşi canadieni – şi, prin urmare, nu au rămas acolo prea mult timp, dar în anul următor Walcott s-a întors în acelaşi loc cu prima ocazie. Urmărind presupusul traseu al alunecării de argilă, el a urcat vreo 230 m, până aproape de vârful muntelui. Acolo, la aproape 2.500 m deasupra nivelului mării, a descoperit un afloriment de şist bituminos cam de lungimea unui cvartal de oraş, ce conţinea o gamă nemaiîntâlnită de fosile din perioada imediat următoare momentului în care viaţa complexă a izbucnit cu o bogăţie uluitoare – faimoasa explozie cambriană. Walcott descoperise, se pare, Sfântul Graal al paleontologiei. Aflorimentul a devenit cunoscut sub numele de Marna Burgess, de la numele coamei pe care fusese descoperit. Şi o lungă perioadă, el ne-a oferit unica perspectivă pe care o avem despre apariţia vieţii moderne în toată deplinătatea sa, după cum semnala regretatul Stephen Jay Gould în cunoscuta sa carte Wonderful Life (O viaţă minunată).

Gould, un om scrupulos de felul lui, a descoperit din lectura jurnalelor lui Walcott că povestea descoperirii Marnei Burgess pare să fi fost cumva înfrumuseţată – Walcott nu face nicio referire la alunecarea vreunui cal sau la vreo cădere de zăpadă –, dar nu există nicio îndoială că a fost o descoperire extraordinară.

Nouă, oameni a căror existenţă pe Pământ este limitată la câteva decenii agitate, ne este aproape imposibil să apreciem cât de îndepărtată în timp de noi a fost explozia cambriană. Dacă am putea zbura înapoi în timp cu viteza de un an pe secundă, ne-ar lua circa o jumătate de oră să ajungem în vremea lui Iisus şi puţin peste trei săptămâni ca să ajungem la începuturile existenţei omenirii. Dar ne-ar trebui douăzeci de ani să ne întoarcem în zorii perioadei cambriene. Cu alte cuvinte, a fost acum foarte mult timp, pe când lumea era un loc extrem de diferit.

Pentru început, acum 500 de milioane de ani sau mai mult, atunci când s-a format, Marna Burgess nu se afla pe vârful unui munte, ci la poalele unuia. Mai exact, era bazinul unui ocean acum secat de la poalele unei stânci abrupte. Pe vremea aceea, mările erau înţesate de forme de viaţă, dar animalele nu au lăsat nicio urmă, pentru că aveau corpurile alcătuite din ţesut moale, iar acesta se descompunea după moartea lor. Însă la Burgess stânca s-a prăbuşit, iar vietăţile de dedesubt, prinse într-o alunecare de teren mocirlos, au fost presate precum florile într-o carte şi trăsăturile li s-au conservat în toată splendoarea detaliilor lor.

În timpul călătoriilor anuale pe timp de vară, între 1910 şi 1925 (pe când avea deja şaptezeci şi cinci de ani), Walcott a excavat zeci de mii de specimene (Gould spune că au fost 80.000; dar tipicarii obsedaţi de date exacte de la National Geographic, în mod normal de necontrazis, spun 60.000) pe care le-a adus înapoi la Washington pentru studii detaliate. Era o colecţie inegalabilă, atât în privinţa numărului de exemplare, cât şi a diversităţii. Câteva dintre fosilele de la Burgess aveau cochilii; multe altele nu. Unele dintre creaturi puteau vedea, altele erau oarbe. Varietatea era de-a dreptul uluitoare, constând în o sută patruzeci de specii, potrivit unei estimări. În colecţia de la Marna Burgess regăsim o paletă de diferenţieri, în termeni de alcătuire anatomică, ce nu şi-a găsit niciodată rival şi care,

până în prezent, nu poate fi întrecută de toate creaturile din oceanele lumii la un loc, scria Gould.

Din nefericire, potrivit lui Gould, Walcott nu a înţeles semnificaţia celor descoperite. „Walcott a preschimbat victoria în înfrângere”, scria Gould într-o altă carte, Eight *Little Piggies (Cei opt purceluşi),* „când a început interpretarea acestor fosile în cel mai eronat mod posibil”. Le-a plasat în grupuri moderne, transformându-le în strămoşii viermilor, meduzelor şi ai altor creaturi de astăzi, şi astfel a ignorat complet unicitatea lor. „O astfel de interpretare duce la concluzia că viaţa a început de la o simplitate primordială şi a evoluat inexorabil şi previzibil către mai mult şi mai bine”, a suspinat Gould.

Walcott a murit în 1927, iar fosilele de la Burgess au căzut într-o uitare aproape desăvârşită. Vreme de aproape o jumătate de secol, au stat închise în sertare la Muzeul American de Istorie Naturală din Washington, unde rareori au fost consultate şi niciodată studiate de un alt ochi. Apoi, în 1973, un student la studii postuniversitare de la Universitatea Cambridge, pe nume Simon Conway Morris, a venit să vadă colecţia. A fost uluit de ceea ce a descoperit. Fosilele erau mult mai variate şi mai minunate decât indicase Walcott în scrierile sale. În taxonomie, categoria care descrie structurile de bază ale corpului organismelor este filumul sau încrengătura, iar aici, a conchis Conway Morris, se aflau sertar după sertar de curiozităţi ale structurii anatomice – şi cel mai uluitor şi inexplicabil era faptul că descoperitorul lor trecuse pe lângă toate acestea fără ca măcar să observe.

Împreună cu îndrumătorul său, Harry Whittington, şi cu colegul Derek Briggs, Conway Morris şi-a petrecut următorii câţiva ani făcând o cercetare sistematică a întregii colecţii, scoţând, ca un vechi tipograf de pe rotativă, una după alta, monografii incitante, în vreme ce în urma sa se aduna un munte de descoperiri. La multe dintre aceste creaturi, structurile corpurilor nu erau doar diferite

de tot ce se văzuse până atunci sau de atunci încoace, ci mai mult, diferenţele erau de-a dreptul curioase. Una dintre ele, Opabinia, avea cinci ochi şi un bot ca o duză, cu gheare la capăt. O alta, o vieţuitoare în formă de disc numită Peytoia, arăta aproape comic, ca o felie de ananas circulară. O a treia era evident că îşi croise drum, şovăitoare, pe câteva rânduri de catalige şi era atât de ciudată, încât au numit-o Hallucigenia. Colecţia conţinea atâtea noutăţi de care ştiinţa încă nu avea habar, încât se spune că, la un moment dat, când a deschis un nou sertar, Conway Morris ar fi mormăit o replică pentru care a rămas celebru: „Ah, fir-ar al dracului, încă un filum".

Cercetările echipei englezeşti au arătat că perioada cambrianului fusese un timp al inovaţiilor nemaiîntâlnite şi al experimentărilor în termeni de structuri corporale. Vreme de aproape patru miliarde de ani, viaţa a lâncezit tăind frunză la câini, fără niciun fel de ambiţii detectabile în direcţia complexităţii, iar apoi, brusc, într-un interval de numai cinci până la zece milioane de ani, a creat toate tipurile fundamentale de structuri corporale folosite şi astăzi. Numiţi o fiinţă vie, de la un vierme nematod la Cameron Diaz, şi veţi vedea că toate folosesc arhitecturi create pentru prima dată în explozia cambriană.

Însă cel mai surprinzător a fost faptul că au existat foarte multe tipuri de structuri ale corpurilor care nu au supravieţuit, au fost tăiate la montaj, ca să zicem aşa, şi nu au lăsat niciun fel de descendenţi. Potrivit lui Gould, cel puţin cincisprezece, dacă nu chiar douăzeci dintre animalele de la Burgess nu aparţin niciunui filum recunoscut. (În scurt timp, relatările populare au mărit numărul până la o sută, mult mai multe decât au revendicat vreodată cercetătorii de la Cambridge.) „Istoria vieţii", scria Gould, „este povestea unui lung şir de eliminări masive, urmate de diferenţieri în interiorul câtorva populaţii supravieţuitoare, nicidecum basmele popularizate despre o evoluţie constantă a măiestriei, complexităţii şi

diversităţii”. Din câte se pare, succesul evoluţiei nu a fost nimic altceva decât o loterie.

O creatură care a reuşit totuşi să îşi croiască drum mai departe, o fiinţă mititică, de forma unui viermişor, numită *Pikaia gracilens,* prezenta o formă primitivă de coloană vertebrală, graţie căreia devine astfel cel mai timpuriu strămoş cunoscut al tuturor vertebratelor, inclusiv al nostru. Pikaia nu erau deloc numeroase în rândul fosilelor din Burgess, prin urmare, nimeni nu ar putea spune cât de aproape ar fi putut să se afle de dispariţie. Într-un citat faimos, Gould nu ne lasă să ne îndoim că el consideră succesul evoluţiei noastre drept o lovitură norocoasă: „Derulaţi înapoi banda vieţii până în zilele de început ale Marnei Burgess; lăsaţi-o din nou să ruleze exact din acelaşi punct de pornire şi veţi vedea cât de incomensurabil de mici sunt şansele ca, la reluare, să mai regăsim strălucitoarea podoabă a vreunei forme asemănătoare cu inteligenţa umană”.

Cartea *Wonderful Life* a lui Gould a fost publicată în 1989 şi s-a bucurat de laudele generale ale criticii şi de un mare succes comercial. Ceea ce nu ştia marele public era că mulţi oameni de ştiinţă nu agreau concluziile lui Gould şi că, în curând, totul avea să ia o întorsătură urâtă. În contextul cambrian, „explozia” avea să fie legată mai degrabă de temperamentele moderne decât de date fiziologice străvechi.

Acum ştim că, într-adevăr, organismele complexe au existat cu cel puţin o sută de milioane de ani înainte de cambrian. Şi ar fi trebuit să ştim mult mai multe, mai devreme. La aproape patruzeci de ani după descoperirea lui Walcott din Canada, la antipozi, în Australia, un tânăr geolog pe nume Reginald Sprigg a găsit ceva chiar mai vechi şi la fel de remarcabil în felul său.

În 1946, Sprigg, un tânăr asistent geolog guvernamental care lucra pentru statul Australia de Sud, a fost trimis să

facă un studiu despre minele abandonate de la Ediacaran Hills, din lanţul Flinders, o vastă întindere de deşert torid la 500 km nord de Adelaide. Ideea era să vadă dacă existau mine vechi care ar fi putut fi redeschise pentru o exploatare profitabilă cu ajutorul tehnologiilor mai noi, prin urmare el nu studia rocile de suprafaţă şi cu atât mai puţin fosilele. Dar într-o zi, în vreme ce îşi lua prânzul, Sprigg a rostogolit din întâmplare o bucată de gresie şi a fost surprins să vadă că suprafaţa rocii era acoperită cu fosile delicate, ca urmele lăsate de frunze în noroi. Aceste roci proveneau dintr-o perioadă anterioară exploziei cambriene. Contempla zorii vieţii vizibile.

Sprigg a prezentat o lucrare revistei Nature, care i-a fost respinsă. A citit-o în schimb la următoarea întâlnire anuală a Asociaţiei pentru Progresul Ştiinţei din Australia şi Noua Zeelandă, dar nu a reuşit să intre în graţiile directorului asociaţiei, care a declarat că urmele din Ediacaran nu erau decât „însemne anorganice fortuite” – modele lăsate în piatră de vânt, ploaie sau valuri, dar nu de fiinţe vii. Cu o urmă de speranţă încă licărind, Sprigg a plecat la Londra pentru a-şi prezenta descoperirile la Congresul Geologic Internaţional din 1948, dar nu a reuşit să trezească nici interes, nici încredere. În sfârşit, în lipsa unei alternative mai bune, şi-a publicat descoperirile în Transactions of the Royal Society of South Australia. Apoi şi-a părăsit slujba guvernamentală şi s-a apucat de exploatări petroliere.

Nouă ani mai târziu, în 1957, un şcolar pe nume John Mason, în vreme ce se plimba prin Charnwood Forest din Midlands, Anglia, a descoperit o rocă ce conţinea o fosilă ciudată, similară unor corali moderni şi foarte asemănătoare cu unele dintre specimenele pe care le găsise Sprigg şi încercase să le popularizeze. Băiatul i-a dat piatra unui paleontolog de la Universitatea din Leicester, care a identificat-o pe dată ca fiind precambriană. Tânărul Mason şi-a văzut poza în ziare şi a fost considerat un erou

precoce; în numeroase cărţi, încă apare în această postură. Specimenul a fost numit în onoarea sa Charnia masoni.

Astăzi, unele dintre specimenele originale de la Ediacaran găsite de Sprigg, împreună cu multe dintre celelalte o mie cinci sute care au fost descoperite în Munţii Flinders de atunci încoace, pot fi văzute într-o vitrină de sticlă într-o cameră de la etaj, din robustul şi fermecătorul South Australian Museum din Adelaide, dar nu atrag prea multă atenţie. Tiparele imprimate delicat sunt mai degrabă şterse şi nu tocmai frapante pentru un ochi neavizat. Cele mai multe sunt mici, în formă de disc, cu fâşiuţe abia vizibile ici şi colo. Fortey le-a descris ca fiind „ciudăţenii cu corp moale”.

Suntem departe de un consens asupra a ceea ce au fost sau cum au trăit aceste fiinţe. Din câte ni se spune, nu aveau gură sau anus prin care să introducă ori să elimine materialele digestive şi nici organe interne prin care să le transforme. „În viaţă”, spune Fortey, „probabil că cele mai multe dintre ele zăceau pe suprafaţa sedimentelor nisipoase, ca nişte calcani molatici, inanimaţi şi fără structură”. În cea mai avansată formă, probabil complexitatea lor nu o depăşea pe cea a meduzelor. Toate creaturile din Ediacaran erau diploblastice, adică alcătuite din două straturi de ţesut. Cu excepţia meduzelor, toate animalele de astăzi prezintă trei straturi (triploblastice).

Unii experţi consideră că nici măcar nu erau animale, ci mai mult asemănătoare plantelor sau ciupercilor. Distincţia dintre plante şi animale nu este întotdeauna clară, nici măcar în prezent. Spongierii moderni îşi petrec viaţa lipiţi de un singur loc, nu au ochi, creier sau o inimă care să bată şi totuşi sunt animale. „Dacă ne întoarcem în precambrian, probabil că diferenţele dintre plante şi animale erau cu atât mai neclare”, spune Fortey. „Nu există nicio regulă care să te oblige să demonstrezi că eşti fie una, fie cealaltă.”

Şi nici nu s-a căzut de acord că organismele din Ediacaran sunt în vreun fel strămoşii vreunei vietăţi de

astăzi (poate cu excepţia meduzelor). Multe persoane avizate le concep ca pe un fel de experiment eşuat, un pumnal înfipt în spatele complexităţii care nu şi-a atins ţinta, deoarece leneşele organisme din Ediacaran au fost devorate sau date la o parte de nesuferitele animale mai sofisticate din cambrian.

„În prezent, nu trăieşte nimic cât de cât similar lor”, scria Fortey. „Sunt greu de considerat drept vreun fel de strămoşi a ceea ce avea să urmeze.”

Sentimentul general este acela că nu au reprezentat ceva teribil de important pentru dezvoltarea vieţii pe Pământ. Multe voci avizate cred că s-a făcut o exterminare în masă la graniţa dintre precambrian şi cambrian şi că vietăţile din Ediacaran (cu excepţia înşelătoarelor meduze) nu au reuşit să facă saltul la următoarea fază. Cu alte cuvinte, marea bursă a vieţii complexe s-a deschis odată cu explozia cambriană. În orice caz, aşa a văzut-o Gould.

Ca şi în cazul revizuirilor fosilelor de la Marna Burgess, aproape imediat oamenii au început să pună la îndoială interpretările şi în special interpretarea dată de Gould interpretărilor. „Încă de la început, au existat un număr de cercetători care au pus la îndoială relatarea oferită de Steve Gould, indiferent cât de mult admirau modul în care era ea prezentată”, scria Fortey în Life. Şi aceasta este o exprimare blândă.

„Ce bine ar fi dacă Stephen Gould ar gândi la fel de clar pe cât scrie!”, a tunat profesorul Richard Dawkins de la Oxford în prima frază a unei recenzii la Wonderful Life (din *Sunday Telegraph).* Dawkins recunoştea că „nu poţi lăsa cartea din mână” şi că era „un *tour-de-force* literar”, dar l-a acuzat pe Gould că s-a angajat într-o interpretare greşită, „grandilocventă şi aproape răuvoitoare” a faptelor atunci când a sugerat că reevaluările fosilelor de la Burgess aruncaseră în aer comunitatea paleontologică. „Perspectiva pe care o atacă el – potrivit căreia evoluţia urmează un

marş inexorabil către un vârf precum este omul – nu mai e susţinută de cincizeci de ani”, afirma condescendent Dawkins.

Acest gen de subtilităţi s-au pierdut în numeroase alte recenzii mai generale. Un critic care scria pentru *The New York Times Book Review* a sugerat plin de entuziasm că, în urma cărţii lui Gould, „oamenii de ştiinţă au aruncat pe fereastră unele prejudecăţi pe care nu le mai reexaminaseră de generaţii. Mai de voie, mai de nevoie, ei trebuie să accepte acum ideea că oamenii sunt cam în aceeaşi măsură un accident al naturii şi un produs al unei dezvoltări organizate”.

Dar adevăratul tir îndreptat împotriva lui Gould s-a datorat în principal convingerii că multe dintre concluziile sale erau pur şi simplu greşite sau exagerate fără discernământ. Dawkins a atacat în ziarul Evolution afirmaţiile lui Gould referitoare la faptul că „evoluţia în cambrian era un altfel de proces decât cel de astăzi”, exprimându-şi exasperarea faţă de sugestiile repetate ale acestuia potrivit cărora „în cambrian evoluţia a marcat o perioadă de experiment, de «încercări succesive», de «starturi greşite»... A fost vremea fertilă în care s-au inventat toate marile structuri fundamentale de organisme. În prezent, evoluţia doar reasamblează vechile tipuri de structuri. În cambrian au apărut noi filumuri şi noi clase. În prezent, noi nu mai descoperim decât noi specii!”.

Observând cât de des este reluată această idee – că nu mai există tipuri de structuri noi –, Dawkins declară: „Este ca şi cum un grădinar s-ar uita la un stejar şi ar spune cu mirare: «Nu este ciudat că în acest copac n-au mai apărut noi crengi groase de atâţia ani? În prezent, se pare că tot ce creşte nou este la nivelul de rămurică»”.

Acum Fortey spune: „Au fost vremuri ciudate, mai ales dacă te gândeşti că se discuta despre ceva ce s-a întâmplat acum cinci sute de milioane de ani, dar spiritele se încinseseră de-a binelea. Într-una din cărţile mele, am

glumit pe seama faptului că aveam senzaţia că îmi trebuie o cască de protecţie înainte să scriu despre perioada cambriană, dar, întru câtva, chiar aşa mă simţeam”.

Cel mai ciudat dintre toate a fost răspunsul unuia dintre eroii din Wonderful Life, Simon Conway Morris, care a şocat o bună parte din comunitatea paleontologică atunci când s-a întors violent împotriva lui Gould într-o carte proprie, The Crucible of Creation. „Nu am întâlnit niciodată atât spleen în cartea unui profesionist”, avea să scrie Fortey mai târziu. „Cititorul obişnuit al cărţii The Crucible of Creation, dacă nu cunoaşte istoria, nu va ghici niciodată că vederile autorului au fost cândva apropiate de ale lui Gould (dacă nu chiar identice).”

Când l-am întrebat pe Fortey, mi-a răspuns: „A fost foarte ciudat, dacă nu de-a dreptul şocant, pentru că portretul pe care Gould i-l făcuse lui era foarte măgulitor. Am presupus că Simon s-a simţit jenat, nu m-am putut gândi la altceva. Ştiţi, ştiinţa se schimbă, dar cărţile sunt veşnice şi presupun că i-a părut rău să fie atât de inexorabil asociat cu idei în care nu mai credea în totalitate. În carte apărea exclamaţia lui, «Fir-ar al dracului, încă un filum», şi bănuiesc că i-a displăcut să intre în istorie pentru asta. Dacă citeşti cartea lui Simon, nici prin cap nu ţi-ar trece că vederile lui au fost cândva aproape identice cu ale lui Gould”.

În fapt, fosilele din cambrianul timpuriu au început să treacă printr-o perioadă de reevaluare critică. Fortey şi Derek Briggs – un alt personaj principal din cartea lui Gould – au folosit o metodă cunoscută sub numele de cladistică pentru a compara diferite fosile de la Burgess. În termeni simpli, cladistica reprezintă organizarea organismelor pe baza trăsăturilor comune. Fortey oferă drept exemplu ideea de a compara un şoarece-de-câmp cu un elefant. Dacă ne gândim la dimensiunile mari ale elefantului şi la trompa lui neobişnuită, am putea trage concluzia că are prea puţine în comun cu un şoarece

mititel şi adulmecător. Dar, dacă îi comparăm pe amândoi cu o şopârlă, vom vedea că elefantul şi şoarecele sunt în realitate construiţi cam după acelaşi plan. În esenţă, ceea ce ne spune Fortey este că Gould a văzut elefanţi şi şoareci acolo unde el şi Briggs au văzut mamifere. Creaturile de la Burgess nu erau atât de ciudate şi de variate pe cât crezuseră ei la început. „De multe ori, nu erau cu nimic mai ciudate decât trilobiţii", spune acum Fortey. „Atâta doar că am avut la dispoziţie un secol şi ceva ca să ne obişnuim cu trilobiţii. Ştiţi, cunoaşterea duce la cunoaştere."

Ar trebui să subliniez că toate acestea nu s-au datorat neglijenţei sau neatenţiei. Interpretarea formelor şi relaţiilor dintre animalele străvechi pe baza unor dovezi fragmentare şi de multe ori distorsionate este, după cum vă imaginaţi, o treabă complicată. Edward O. Wilson scria că, dacă iei câteva specii selecţionate de insecte actuale şi le prezinţi ca fosile de genul celor de la Burgess, nimeni nu va ghici vreodată că toate provin din acelaşi filum, într-atât sunt de diferite structurile corpurilor lor. De asemenea, de mare folos pentru fundamentarea revizuirilor a fost descoperirea altor două situri din cambrianul timpuriu, unul în Groenlanda şi altul în China, plus alte fragmente izolate, între care s-au aflat multe specimene asemănătoare, de multe ori chiar mai bune.

Aşadar, putem trage concluzia că fosilele de la Burgess s-au dovedit a nu fi, la urma urmelor, chiar atât de diferite. *Hallucigenia* fusese reconstruită cu fundul în sus, după cum s-a aflat mai apoi. Picioarele sale ca nişte catalige erau de fapt ţepii de pe spate. *Peytoia,* ciudata creatură care arăta ca o felie de ananas, s-a dovedit a nu fi o creatură distinctă, ci doar o parte a unui animal mai mare, numit Anomalocaris. Multe dintre specimenele de la Burgess au fost acum încadrate în filumuri existente şi astăzi – exact acolo unde le plasase Walcott de la bun început. Hallucigenia şi altele câteva sunt considerate înrudite cu Onychophora, un grup de animale asemănătoare omizilor.

Altele au fost reclasificate ca fiind precursorii anelidelor moderne. Fortey spune că, de fapt, „există prea puţine structuri cambriene cu desăvârşire noi. Cel mai adesea se dovedesc a fi doar variaţiuni interesante ale unor modele bine cunoscute”. Tot el a scris în Life: „Niciuna nu era atât de ciudată precum ciripedele moderne sau la fel de grotescă precum o regină termită”.

Prin urmare, specimenele de la Marna Burgess nu erau chiar atât de spectaculoase. Aceasta nu le-a făcut mai puţin interesante sau ciudate, ci doar mai explicabile, după cum scria Fortey. Structurile lor corporale stranii erau doar un fel de exuberanţă a tinereţii – echivalentul evoluţionar, ca să zicem aşa, al coafurii cu ţepi şi piercingurilor în limbă. În cele din urmă, formele s-au stabilizat într-o vârstă mijlocie lină.

Dar aceasta nu răspunde la întrebarea de unde proveneau toate aceste animale şi cum au apărut ele brusc, ca din nimic.

Din păcate, s-a dovedit că explozia cambriană s-ar putea să nu fi fost deloc explozivă. Animalele cambriene, se crede acum, existaseră probabil dinainte, dar erau prea mici pentru a fi văzute. Încă o dată, cei care ne-au oferit indicii au fost trilobiţii – în special, acea apariţie a diferitor tipuri de trilobiţi în locaţii răspândite pe întreg globul, toate cam în acelaşi timp, care părea să complice totul.

La suprafaţă, apariţia bruscă a unei mulţimi de fiinţe pe deplin formate, dar variate ar părea să sublinieze miracolul exploziei cambriene, dar în realitate a făcut exact contrariul. Una este să descoperim o creatură bine conturată, precum un trilobit izolat ce apare brusc – asta ar fi chiar o minune –, dar să găsim mai multe, toate diferite, dar evident înrudite, apărând cam în acelaşi moment din istoria fosilelor, în locuri aflate la distanţe considerabile, cum ar fi China şi statul New York, asta sugerează clar că ne lipseşte o parte importantă din istoria lor. Nici nu puteam cere o dovadă mai clară că pur şi simplu trebuie să

fi avut un înaintaş, vreo specie-strămoş care a pornit linia într-un trecut mult mai îndepărtat.

Acum se crede că motivul pentru care nu am descoperit aceste specii timpurii este acela că erau prea mici pentru a fi fost conservate. Fortey spune: „Nu este nevoie de dimensiuni mari pentru a fi un organism complex, în perfectă stare de funcţionare. În mările de astăzi mişună puzderii de artropode minuscule, care nu au lăsat nicio urmă fosilă”. El citează micile copepode, care trăiesc cu miile de miliarde în mările actuale şi care se adună în bancuri destul de mari pentru a înnegri vaste suprafeţe din ocean, deşi suma cunoştinţelor noastre despre înaintaşii lor se rezumă la un unic specimen descoperit în corpul unui peşte antic fosilizat.

„Explozia cambriană, dacă acesta este cuvântul potrivit, a reprezentat probabil mai mult o creştere a dimensiunilor decât o apariţie bruscă de noi tipuri de structuri”, spune Fortey. „Şi ar fi putut să se întâmple destul de brusc, aşadar presupun că în acest sens am putea-o numi explozie.” Ideea este aceea că, la fel cum mamiferele şi-au aşteptat momentul propice vreme de o sută de milioane de ani, până la dispariţia dinozaurilor, după care au părut să explodeze pe întreaga planetă, poate la fel şi artropodele şi alte triploblaste au aşteptat într-un anonimat semimicroscopic ca organismele dominante, precum cele din Ediacaran, să-şi trăiască zilele de glorie. Fortey afirmă: „Ştim că mamiferele au crescut destul de semnificativ după dispariţia dinozaurilor – deşi, când spun destul de brusc, mă gândesc, evident, în sens geologic. Vorbim în continuare în termeni de milioane de ani”.

În treacăt fie spus, în cele din urmă, Reginald Sprigg a primit cu oarecare întârziere recunoaşterea binemeritată. Unul dintre principalele genuri timpurii a fost numit în onoarea sa Spriggina, precum şi alte câteva specii, iar întregul a devenit cunoscut drept fauna din Ediacaran, după numele dealurilor pe care a rătăcit în căutarea lor.

Dar la acel moment vânătoarea de fosile a lui Sprigg se terminase de mult. După ce s-a lăsat de geologie, a fondat o companie petrolieră de succes, iar într-un final s-a retras la o proprietate din iubiţii săi Munţi Flinders, unde a creat o rezervaţie naturală. A murit în 1994, un om bogat.

Capitolul 22

Rămas-bun tuturor acestora

Dacă ne gândim din perspectivă umană, iar pentru noi ar fi destul de greu să facem altfel, viaţa este un lucru ciudat. Abia aştepta să pornească, dar apoi, odată pornită, pare să nu fie deloc grăbită să treacă mai departe.

Gândiţi-vă la licheni. Lichenii sunt aproape cel mai greu observabil organism de pe Pământ, dar sunt şi printre cei mai puţin ambiţioşi. Cresc destul de mulţumiţi şi într-o curte de biserică însorită, dar se simt cu deosebire în largul lor în medii în care alte organisme refuză să stea – pe vârfuri de munţi bătute de vânturi sau în pustiurile arctice, oriunde nu există altceva decât stâncă, ploaie şi frig şi nici urmă de concurenţă. În zonele din Antarctica, unde practic nu creşte nimic altceva, se găsesc vaste suprafeţe cu licheni – patru sute de tipuri – lipiţi cu fervoare de fiecare bucăţică de stâncă măturată de vânturi.

Multă vreme, oamenii nu au putut înţelege cum de reuşesc lichenii acest lucru. Întrucât cresc pe stânca goală, fără nicio sursă evidentă de hrană sau producţie de seminţe, mulţi oameni – oameni învăţaţi chiar – au crezut că sunt stânci aflate în procesul de a deveni plante. „În mod spontan, piatra anorganică devine plantă!”, s-a bucurat un observator, un anume doctor Hornschuch, în 1819.

O inspecţie mai atentă a arătat că lichenii ar trebui priviţi mai degrabă cu interes decât ca nişte obiecte magice. În realitate, ei sunt un parteneriat între alge şi ciuperci. Ciupercile secretă acizi cu care dizolvă suprafaţa

stâncii, din care ies la suprafaţă mineralele pe care algele le transformă în hrană suficientă pentru a le întreţine pe amândouă. Nu este un aranjament tocmai pasional, dar este unul deosebit de reuşit. În lume există mai bine de douăzeci de mii de specii de licheni.

La fel ca majoritatea fiinţelor care se descurcă de minune în medii aspre, lichenii cresc foarte încet. Unui lichen s-ar putea să-i trebuiască mai bine de o jumătate de secol să atingă dimensiunile unui nasture de cămaşă. Cei de dimensiunea unei farfurii întinse, scrie David Attenborough, „ar putea foarte bine să aibă sute, dacă nu chiar mii de ani”. Cu greu ne-am putea imagina o existenţă cu mai puţine satisfacţii. „Ei doar există”, adaugă Attenborough, „stând mărturie emoţionantului fapt că viaţa, chiar şi la cele mai simple niveluri ale sale, apare, din câte se vede, doar de dragul vieţii”.

Este foarte uşor să scăpăm din vedere această idee că viaţa există pur şi simplu. Prin natura noastră de oameni, suntem înclinaţi să credem că viaţa trebuie să aibă un scop. Avem planuri, aspiraţii şi dorinţe. Vrem să profităm permanent, la maximum, de ameţitoarea existenţă ce ne-a fost dăruită. Dar ce înseamnă viaţa pentru un lichen? Şi totuşi, impulsul său de a exista, de a fi este exact la fel de puternic ca al nostru – poate chiar mai puternic. Dacă mi s-ar spune că ar trebui să petrec decenii de-a rândul ca excrescenţă păroasă pe o stâncă din pădure, cred că mi-aş pierde voinţa de a continua. Dar lichenii nu şi-o pierd. Practic, ca orice altă fiinţă vie, lichenii ar suferi orice dificultate, ar îndura orice tratament pentru un moment în plus de existenţă. Pe scurt, viaţa pur şi simplu vrea să existe. Dar – şi acesta este un aspect interesant – în cea mai mare parte a sa nu vrea să meargă prea departe.

Găsesc aceasta oarecum ciudat, întrucât viaţa a avut suficient timp la dispoziţie ca să-şi formeze ambiţii. Dacă vă imaginaţi cei 450 de milioane de ani de existenţă ai Pământului comprimaţi într-o zi terestră normală, atunci

viaţa începe foarte devreme, undeva pe la ora patru dimineaţa, odată cu ivirea primului, celui mai simplu organism unicelular, după care nu mai avansează niciun pas în următoarele şaisprezece ore. Până aproape de ora opt şi jumătate seara, când au trecut deja cinci părţi din şase ale zilei, Pământul nu poate arăta universului nimic altceva decât o piele forfotitoare de microbi. Apoi, în sfârşit, apar primele plante de mare, urmate de prima meduză, douăzeci de minute mai târziu, şi de enigmatica faună Ediacaran, descoperită pentru prima dată de Reginald Sprigg în Australia. La nouă şi patru minute seara îşi fac loc în scenă, înotând, trilobiţii, urmaţi aproape imediat de creaturile cu forme apetisante de la Marna Burgess. Chiar înainte de ora zece, plantele încep să urce la suprafaţă. Curând după aceea, când din zi au mai rămas doar două ore, vin şi primele vietăţi terestre.

Ne bucurăm de zece minute de vreme calmă şi plăcută, graţie căreia Pământul este acoperit, la zece şi douăzeci şi patru de minute, de marea pădure carboniferă, ale cărei reziduuri ne dau cărbunele. Totodată, încep să se mişte primele insecte cu aripi. Cu puţin înainte de ora unsprezece, iată şi dinozaurii cu pasul rar şi apăsat, care devin centrul atenţiei cam trei sferturi de oră. Cu douăzeci şi unu de minute înainte de miezul nopţii, ei dispar şi începe epoca mamiferelor. Oamenii apar cu un minut şi şaptesprezece secunde înainte de miezul nopţii. Întreaga noastră istorie cunoscută ar reprezenta pe această scară doar câteva secunde, iar răstimpul unei vieţi, abia o clipă. De-a lungul acestei zile la viteză mărită, continentele alunecă încoace şi încolo, se ciocnesc şi se lipesc într-un ritm care aduce a nesăbuinţă curată. Munţii se ridică şi se scufundă, bazinele oceanice apar şi dispar, gheţarii avansează şi se retrag. Şi, în toată perioada, cam de trei ori pe minut, undeva pe planetă scânteiază o lumină ca de bliţ, care marchează impactul unui meteorit de dimensiunile celui de la Manson sau mai mare. Este de-a dreptul o

minune că există supravieţuitori în acest adevărat ring de box instabil. De altfel, nici nu reuşesc să supravieţuiască prea mult.

O modalitate poate chiar mai eficientă de a înţelege cât de târziu am apărut noi în acest tablou de 4,5 miliarde de ani este să ne întindem braţele la maximum şi să ne imaginăm că distanţa dintre extremităţile lor reprezintă întreaga istorie a Pământului. Pe această scară, potrivit lui John McPhee, în Basin and Range (Bazin şi lanţ), distanţa de la vârfurile degetelor unei mâini până la încheietura celeilalte reprezintă precambrianul. Toată viaţa complexă este cuprinsă de o palmă „şi, cu o singură mişcare a unui cleştişor de unghii, ai putea eradica istoria umană".

Din fericire, acel moment nu a venit, dar sunt şanse mari să se întâmple. Nu mi-am propus să introduc o notă sumbră în acest moment, dar realitatea este că viaţa pe Pământ mai are o calitate extrem de relevantă în contextul nostru: se stinge. Cu destulă regularitate. În ciuda efortului pe care atâtea organisme îl depun ca să se formeze şi să se conserve, şubrezirea şi pieirea speciilor sunt de-a dreptul un obicei. Şi, cu cât devin mai complexe, cu atât mai repede par să dispară. Poate că acesta este unul dintre motivele pentru care viaţa nu este un model de ambiţie.

Aşadar, orice dovadă de îndrăzneală devine un eveniment, iar printre cele mai animate evenimente s-au aflat momentele în care viaţa a trecut la următoarea etapă a epopeii noastre, ieşind din mare.

Pământul era un mediu înfricoşător: fierbinte, uscat, scăldat în radiaţii ultraviolete intense, lipsit de vivacitatea graţie căreia mişcarea prin apă pare relativ lipsită de efort. Pentru a trăi pe pământ uscat, fiinţele vii au trebuit să purceadă la reorganizări masive ale anatomiilor lor. Dacă ţinem un peşte de fiecare capăt, mijlocul se curbează în jos, coloana vertebrală fiind prea slabă ca să-l susţină. Pentru a supravieţui în afara mediului acvatic, creaturile marine au

fost obligate să inventeze noi arhitecturi interne care să le susţină greutatea – un gen de adaptare care nu se petrece tocmai peste noapte. Şi, mai presus de toate, cea mai stringentă problemă care îşi aştepta soluţia, o vietate terestră a trebuit să creeze un mijloc practic de a-şi extrage oxigenul direct din aer, în loc să-l filtreze prin apă. Viaţa, aşadar, avea de depăşit câteva obstacole nu tocmai banale. Pe de altă parte, exista o motivaţie puternică pentru a părăsi apa: începea să devină periculos în adâncuri. Lenta fuziune a continentelor într-o masă continentală unică, Pangaea, presupunea reducerea liniei de coastă şi deci a habitatului de coastă. Competiţia devenea acerbă. Pe scenă apăruse un tip nou de prădător, omnivor şi deconcertant, atât de perfect proiectat pentru atac, încât aproape că nu a avut nevoie de nicio modificare în lungii eoni de la apariţia sa: rechinul. Nicicând nu a fost un moment mai propice pentru a găsi un mediu de viaţă alternativ apei.

Plantele au început procesul de colonizare a uscatului acum circa 450 de milioane de ani; nu au avut încotro, însoţite, de nevoie, de căpuşe minuscule şi de alte organisme care descompuneau şi reciclau în locul lor materia organică moartă. Animalele mari au avut nevoie de ceva mai multă vreme ca să îşi facă apariţia, dar cam acum 400 de milioane de ani s-au aventurat, la rândul lor, afară din apă. Imaginile populare ne-au încurajat să vizualizăm primii locuitori cutezători ai uscatului ca pe un fel de peşti ambiţioşi, ceva asemănător cu guvizii actuali, care ţopăie din baltă în baltă în vremuri de secetă, sau chiar ca pe nişte amfibieni complet formaţi. În realitate, primii rezidenţi mobili vizibili de pe pământ uscat semănau probabil mai mult cu izopodele terestre. Aceştia sunt gândăceii (de fapt, crustacee) pe care îi apucă panica atunci când dăm la o parte o stâncă sau un buştean.

Pentru cei care au învăţat să respire oxigen din aer, era un moment prielnic. Nivelurile de oxigen din devonian şi carbonifer, când a înflorit pentru prima dată viaţa terestră,

ajungeau până la 35% (comparativ cu doar 20% acum). Aceasta le-a permis animalelor să crească foarte mari într-un timp remarcabil de scurt.

O întrebare firească ar fi de unde ştiu oamenii de ştiinţă care erau nivelurile de oxigen de acum milioane de ani. Răspunsul provine dintr-un domeniu oarecum obscur, dar ingenios, numit geochimia izotopilor. Vechile mări din carbonifer şi devonian erau înţesate de un plancton alcătuit din nişte fiinţe mici, care s-au înfăşurat în cochilii protectoare. Atunci, ca şi acum, planctonul şi-a creat cochilii trăgând oxigen din atmosferă şi combinându-l cu alte elemente (în special carbon), pentru a forma compuşi durabili precum carbonatul de calciu. Este acelaşi truc chimic perpetuat în ciclul carbonului pe termen lung (pe care, de altfel, l-am şi explicat în altă parte, în cadrul acestuia), un proces vital pentru crearea unei planete locuibile, chiar dacă pentru noi este întruchiparea plictiselii.

Într-un final, în acest proces, toate organismele minuscule mor şi cad pe fundul oceanului, unde sunt comprimate treptat sub formă de calcar. Printre structurile atomice minuscule pe care planctonul le poartă cu sine în mormânt se află doi izotopi foarte stabili – oxigen-16 şi oxigen-18. (Dacă aţi uitat ce este un izotop nu contează, dar, doar cu titlu informativ, este un atom cu un număr anormal de neutroni.) Şi aici intervin geochimiştii, pentru că izotopii se acumulează în ritmuri diferite, în funcţie de cât de mult oxigen sau dioxid de carbon se găsesc în atmosferă în momentul creării lor. Prin compararea ritmurilor din vremuri străvechi de depunere a celor doi izotopi, geochimiştii pot descifra condiţiile din lumea de altădată – nivelurile de oxigen, temperaturile aerului şi ale oceanului, întinderea şi încadrarea perioadelor glaciare şi multe altele. Combinând descoperirile pe baza izotopilor cu alte rămăşiţe fosile care ne indică diverse condiţii, precum nivelurile de polen şi multe altele, oamenii de ştiinţă pot

recrea, cu destulă certitudine, peisaje întregi, pe care niciun ochi uman nu le-a văzut vreodată.

Principalul motiv pentru care nivelurile de oxigen puteau creşte cu atâta vigoare în perioadele timpurii ale vieţii terestre era acela că o bună parte din peisajul terestru era ocupat de ferigi gigantice şi mlaştini întinse, care, prin conţinutul lor mocirlos, întrerupeau procesul normal al reciclării carbonului. În loc să putrezească complet, frunzele căzute şi alte materii vegetale moarte se acumulau în sedimente umede bogate, care, de-a lungul timpului, au fost presate, dând naştere vastelor zăcăminte de cărbune care susţin şi în prezent o bună parte din activitatea economică.

Nivelurile ameţitoare de oxigen au încurajat, evident, creşterile exagerate. Cea mai veche urmă lăsată de un animal de suprafaţă descoperită până acum datează din urmă cu 350 de milioane de ani şi aparţine unui miriapod. Se află pe o stâncă din Scoţia şi are peste un metru lungime. Înainte de încheierea acestei ere, unele miriapode aveau să ajungă la lungimi de peste doi metri.

Cu asemenea prădători la pândă, nici nu este de mirare, aş zice eu, că insectele din acea perioadă au elaborat o scamatorie care să le pună la adăpost de limbile ucigaşe: au învăţat să zboare. Unele s-au adaptat cu o uşurinţă de invidiat la acest nou mijloc de locomoţie, astfel încât tehnicile lor nu s-au mai schimbat de atunci încoace. Pe atunci, ca şi acum, libelulele puteau zbura cu peste 50 km la oră, se puteau opri brusc, puteau pluti, puteau zbura cu spatele şi se puteau ridica mult mai sus decât orice maşină zburătoare construită de om, păstrând proporţiile. „Forţele Aeriene SUA au făcut experienţe cu ele şi le-au pus să zboare în tunele aerodinamice, ca să vadă cum de reuşesc toate acestea, şi au fost şocate”, scria un comentator. Şi ele creşteau prea mari în aerul foarte bogat. În pădurile din carbonifer, libelulele creşteau cât corbii, copacii şi alte plante atingeau, la rândul lor, proporţii exagerate, coada-

calului şi ferigile ajungeau la înălţimi de 15 m, iar plantele precum brădişorul atingeau 40 m.

Primele vertebrate terestre – care ar fi cam primele animale terestre din care ne tragem noi – rămân un mister. Aceasta se datorează în parte unei lipse de fosile relevante şi, în parte, unui suedez hipersensibil pe nume Erik Jarvik, ale cărui interpretări bizare şi metode secretoase au ţinut pe loc progresul în această privinţă vreme de aproape o jumătate de secol. Jarvik făcea parte dintr-o echipă de cercetători scandinavi care au călătorit în Groenlanda în anii 1930 şi 1940, în căutare de peşti fosili. Ei căutau în special peşti cu aripi lobate, de tipul celor despre care se credea că ar fi strămoşii noştri şi ai tuturor celorlalte creaturi umblătoare, cunoscute sub numele de tetrapode.

Majoritatea animalelor sunt tetrapode şi toate cele aflate azi în viaţă au un lucru în comun: au câte patru membre, fiecare terminate cu maximum cinci degete. Dinozaurii, balenele, păsările, chiar şi peştii sunt cu toţii tetrapode, fapt ce sugerează clar că provin dintr-un unic strămoş comun. S-a presupus că secretul pentru găsirea acestui strămoş s-ar găsi în devonian, acum circa 400 de milioane de ani. Înainte de acel moment, nu umbla nimic pe pământ. După aceea, existau o mulţime. Din fericire, echipa a găsit exact o astfel de creatură, un animal de un metru lungime numit Ichthyostega. Analiza acestei fosile a căzut în sarcina lui Jarvik, care şi-a început studiul în 1948 şi a monopolizat fosila în următorii patruzeci şi opt de ani. Din nefericire, Jarvik a refuzat să-i lase şi pe alţii să-i studieze tetrapodul. Paleontologii din lumea întreagă au trebuit să se mulţumească cu două lucrări interimare sumare, în care Jarvik scria că vietatea avea câte cinci degete la fiecare dintre cele patru membre, ceea ce îi confirma importanţa ancestrală.

Jarvik a murit în 1998. După moartea sa, alţi paleontologi s-au grăbit să examineze specimenul şi au descoperit că Jarvik greşise numărătoarea degetelor – care erau de fapt

câte opt la fiecare membru – şi nu observase că peştele nu ar fi putut să meargă. Structura aripii era de asemenea natură, încât s-ar fi prăbuşit sub propria greutate. Inutil să mai subliniez că asta nu ne-a ajutat să avansăm în înţelegerea noastră referitoare la primele animale terestre. Astăzi sunt cunoscute trei tetrapode timpurii şi niciunul dintre ele nu are cinci degete. Pe scurt, nu prea ştim de unde venim.

Dar de venit, am venit sigur, chiar dacă drumul către actualul nostru statut proeminent nu a fost întotdeauna drept. De la începutul vieţii pe uscat, aceasta a constat din patru megadinastii, aşa cum sunt ele numite uneori. Prima a fost reprezentată de amfibieni şi reptilele primitive, care mergeau cu dificultate, dar uneori puteau atinge dimensiuni destul de robuste. Cel mai cunoscut animal din această epocă a fost dimetrodonul, o creatură cu aripi pe spate, confundată frecvent cu dinozaurii (inclusiv, aş remarca eu, într-o imagine din cartea lui Carl Sagan Comet). Dimetrodonul era în fapt o synapsidă. Aşadar, odată ca niciodată, asta am fost şi noi. Synapsidele reprezentau una dintre cele patru mari diviziuni ale vieţii reptiliene timpurii, celelalte fiind *Anapsidele, Euryapsidele* şi *Diapsidele*. Numele se referă la numărul şi amplasarea micilor găuri descoperite pe craniile proprietarilor. S*ynapsidele* aveau o gaură în partea de jos a tâmplei; *Diapsidele* aveau câte două; *Euryapsidele* aveau câte o singură gaură, amplasată mai sus.

De-a lungul timpului, fiecare dintre aceste grupări principale s-a împărţit în alte subdiviziuni, între care unele s-au dezvoltat, iar altele s-au împotmolit. Subclasa Anapsida a dat naştere ţestoaselor, care, pentru o vreme, deşi poate nu vi se pare tocmai plauzibil, au părut menite să ţintească la statutul dominant de cele mai avansate şi mai ucigaşe creaturi ale planetei, înainte ca o capcană a evoluţiei să le determine să se concentreze asupra longevităţii în locul dominaţiei. Synapsidele s-au împărţit în

patru direcţii, dintre care numai una a supravieţuit dincolo de permian. Din fericire, aceasta era direcţia căreia îi aparţineam şi noi şi a evoluat într-o familie de protomamifere cunoscută sub numele de Therapside. Acestea au format Megadinastia 2.

Din nefericire pentru Therapside, verii lor din subclasa Diapsida au evoluat cu o productivitate remarcabilă, în cazul lor către dinozauri (între altele), care, treptat, s-au dovedit prea puternici pentru Therapside. Incapabile să concureze de la egal la egal cu aceste creaturi noi şi agresive, ele au dispărut în bună parte din peisaj. Doar câteva au evoluat în nişte fiinţe mici, blănoase, care îşi săpau ascunzişuri în pământ şi care, o foarte lungă vreme, au aşteptat sub formă de mamifere mici să le vină şi lor momentul prielnic. Cel mai mare dintre ele nu creştea mai mult decât o pisică de casă, majoritatea având cam dimensiunile unui şoarece. În cele din urmă, această scamatorie avea să le aducă salvarea, dar până atunci au trebuit să aştepte 150 de milioane de ani, până când Megadinastia 3, epoca dinozaurilor, s-a sfârşit brusc şi a lăsat loc Megadinastiei 4 şi propriei noastre ere, a mamiferelor.

Fiecare dintre aceste transformări impresionante, precum şi altele mai mici, care au avut loc între ele şi după aceea, a depins de acel motor al progresului, a cărui importanţă pare de-a dreptul paradoxală, numit dispariţie. Este curios faptul că pe Pământ moartea speciilor reprezintă în sensul cel mai literal calea vieţii. Nimeni nu ştie câte specii de organisme au existat de când a început viaţa. Deseori, se menţionează cifra de treizeci de miliarde, dar numărul a fost mărit până la patru mii de miliarde. Indiferent care ar fi totalul real, 99,99% dintre toate speciile care au existat vreodată nu se mai află astăzi printre noi. După cum îi place să spună lui David Raup de la Universitatea din Chicago: „La o primă aproximare, toate speciile sunt dispărute”. Pentru organismele complexe,

durata medie de viaţă a unei specii este de numai patru milioane de ani – aproximativ vârsta la care ne aflăm noi acum.

Dispariţia este întotdeauna o veste proastă pentru victime, fireşte, dar pare să fie un lucru pozitiv pentru o planetă dinamică. „Alternativa la dispariţie este stagnarea”, spune Ian Tattersall de la Muzeul American de Istorie Naturală, „iar stagnarea este rareori un lucru bun în vreun domeniu”. (Probabil că ar trebui să subliniez aici că vorbim despre dispariţie ca proces natural pe termen lung. Dispariţiile cauzate de nepăsarea umană sunt cu totul altceva.)

Crizele din istoria Pământului sunt invariabil asociate cu salturile dramatice care le urmează. Căderea în dizgraţie a faunei din Ediacaran a fost urmată de explozia creatoare a perioadei cambriene. Extincţia ordoviciană de acum 440 de milioane de ani a curăţat oceanele de o mulţime de fiinţe imobile care se hrăneau prin filtrare şi, cumva, a creat condiţiile care au favorizat peştii înotători şi reptilele acvatice gigantice. Acestea, la rândul lor, s-au aflat într-o poziţie ideală pentru a trimite colonişti pe pământ uscat atunci când, la sfârşitul perioadei devoniene, viaţa a fost din nou scuturată serios din temelii de o nouă explozie. Şi tot aşa s-au întâmplat lucrurile, la intervale îndelungate, în decursul întregii istorii. Dacă aceste evenimente nu s-ar fi petrecut aşa cum s-au petrecut şi atunci când s-au petrecut, este aproape sigur că noi nu ne-am fi aflat acum aici.

Pământul a trecut prin cinci episoade majore de extincţie în viaţa sa – ordovician, devonian, permian, triasic şi cretacic, exact în această ordine –, precum şi de altele mai mici. Extincţia din ordovician (acum 440 de milioane de ani) şi extincţia din devonian (acum 365 de milioane de ani) au eliminat fiecare circa 80-85% dintre specii. Extincţia din triasic (în urmă cu 210 milioane de ani) şi cea din cretacic

(acum 65 de milioane de ani) au eliminat fiecare circa 70-75% dintre specii. Dar adevăratul deţinător al recordului a fost extincţia din permian de acum circa 245 de milioane de ani, care a ridicat cortina asupra lungii epoci a dinozaurilor. În permian, cel puţin 95% dintre animalele care apăreau în istoria fosilelor au părăsit scena pentru a nu mai reveni niciodată. Au dispărut până şi aproximativ o treime dintre speciile de insecte – singura situaţie în care acestea au dispărut în masă. A fost punctul în care ne-am apropiat cel mai tare de anularea definitivă.

„A fost cu adevărat o extincţie în masă, un masacru de o amploare cum Pământul nu mai cunoscuse până atunci”, spune Richard Fortey. Evenimentul din permian a fost cu precădere devastator pentru creaturile marine. Trilobiţii au pierit cu totul. Moluştele şi aricii-de-mare aproape au dispărut. Practic, toate celelalte organisme marine au fost ameninţate. La un loc, pe uscat şi în mare, se crede că Pământul a pierdut 52% dintre familiile sale – pe marea scară a vieţii, acesta este nivelul deasupra genului şi dedesubtul ordinului (subiectul următorului capitol) – şi poate până la 96% din numărul total de specii. Avea să treacă multă vreme – până la 80 de milioane de ani, după o estimare – înainte ca speciile să revină la dimensiunile normale.

Trebuie să reţinem două aspecte; primul, că toate acestea reprezintă numai nişte aproximări avizate. Estimările referitoare la numărul de specii de animale aflate în viaţă la sfârşitul permianului se întind de la un minim de 45.000 până la un maxim de 240.000. Iar dacă nu cunoaştem cu precizie câte specii existau, cu greu putem defini în mod convingător proporţiile extincţiei. Mai mult, discutăm aici despre moartea speciilor, nu a indivizilor. Pentru indivizi, numărul victimelor ar putea fi mult mai mare – în multe cazuri, până la ultimul. Speciile care au rezistat în următoarea fază a loteriei vieţii îşi datorează

aproape cu certitudine existenţa câtorva supravieţuitori izolaţi şi mutilaţi.

Între două mari măceluri au existat multe alte episoade de dispariţie mai mici şi mai puţin cunoscute – episoadele din hemphillian[49], frasnian, famennian[50], rancholabrean[51] şi vreo duzină de altele asemenea, care nu au fost la fel de devastatoare pentru cifrele totale ale speciilor, dar au afectat serios anumite populaţii. Animalele erbivore, inclusiv caii, au fost aproape eliminate în hemphillian, acum circa cinci milioane de ani. Caii au fost reduşi la o singură specie, ce apare atât de rar în istoria fosilelor, încât aceasta sugerează că o vreme au agonizat în pragul dispariţiei. Imaginaţi-vă istoria umanităţii fără cai, fără animalele erbivore.

Aproape în fiecare caz, atât în extincţiile majore, cât şi în cele moderate, aproape că nu v-ar veni să credeţi cât de vagi sunt cunoştinţele noastre despre adevăratele cauze. Chiar dacă eliminăm noţiunile de-a dreptul aberante, tot ne rămân mai multe teorii despre ceea ce a provocat episoadele de extincţie decât episoadele în sine. Cel puţin douăzeci de potenţiali vinovaţi au fost identificaţi drept cauze sau factori primi, inclusiv încălzirea globală, răcirea globală, modificarea nivelului mărilor, sărăcirea mărilor de oxigen (stare cunoscută drept anoxie), epidemiile, scurgerile masive de gaz metan de pe fundul oceanic, impacturi ale meteoriţilor şi cometelor, uragane în mişcare de un anumit tip cunoscut ca fiind printre cele mai puternice, enorme explozii vulcanice şi explozii solare catastrofale.

Aceasta din urmă reprezintă o posibilitate deosebit de curioasă. Nimeni nu ştie până la ce proporţii pot ajunge exploziile solare, pentru că noi le observăm numai de la începutul erei spaţiale, dar soarele este un motor puternic, iar furtunile sale extreme au o putere enormă prin

comparaţie cu fenomenele cunoscute nouă. O explozie solară obişnuită – una pe care noi nici măcar n-am remarca-o de pe Pământ – poate elibera o energie echivalentă cu un miliard de bombe cu hidrogen şi aruncă în spaţiu aproximativ o sută de miliarde de tone de particule ucigaşe, încărcate cu energie înaltă. Magnetosfera şi atmosfera reuşesc în mod normal să arunce aceste particule înapoi în spaţiu sau să le devieze către poli (acolo unde produc diafanele aurore ale Pământului), dar se crede că o explozie neobişnuit de mare, să spunem una de o sută de ori mai mare decât o explozie obişnuită, ar avea toate şansele să anihileze etericele noastre mijloace de apărare. Spectacolul de lumini ar fi absolut senzaţional, dar ar ucide aproape cu certitudine cea mai mare parte din tot ce s-a scăldat în strălucirea sa. Mai mult, cu fiori pe şira spinării, aflăm de la Bruce Tsurutani de la Jet Propulsion Laboratory, NASA, că „nu ar rămâne nicio urmă în istorie”.

Toate acestea ne lasă, după cum spunea un cercetător, cu „tone de deducţii şi prea puţine dovezi”. Răcirea pare să fie asociată cu cel puţin trei evenimente mari de extincţie – din ordovician, devonian şi permian –, dar dincolo de aceasta prea puţine lucruri sunt acceptate de toată lumea, inclusiv dacă un anume episod s-a petrecut brusc sau treptat. Oamenii de ştiinţă nu se pot pune de acord, de exemplu, dacă extincţia de la sfârşitul devonianului – evenimentul care a fost urmat de ieşirea vertebratelor pe uscat – s-a petrecut de-a lungul a milioane de ani, a mii de ani sau într-o singură zi neobişnuit de activă.

Unul dintre motivele pentru care este atât de greu să oferim explicaţii convingătoare pentru extincţii e acela că viaţa la o scară extinsă este extrem de greu de exterminat. Aşa cum am putut observa în cazul impactului de la Manson, putem primi o lovitură năucitoare, dar reuşim totuşi o recuperare deplină, chiar dacă, presupun, oarecum ezitantă. Aşadar, de ce, din miile de impacturi pe care le-a suportat Pământul, evenimentul KT de acum 65 de milioane

de ani, care a pus capăt existenţei dinozaurilor, a fost cu precădere atât de devastator? Păi, în primul rând, a fost enorm, nu există nicio îndoială. A lovit cu forţa a o sută de milioane de megatone. Nu este deloc uşor să ne imaginăm un astfel de impact. După cum sublinia James Lawrence Powell, dacă am detona câte o bombă de dimensiunile celei de la Hiroshima pentru fiecare persoană în viaţă astăzi, tot ne-ar mai lipsi circa un miliard de bombe pentru a atinge dimensiunile impactului cu KT. Şi totuşi, s-ar putea ca nici măcar acea bombă, de una singură, să nu fi fost suficientă pentru a şterge de pe faţa Pământului 70% dintre toate formele de viaţă, inclusiv dinozaurii.

Meteoritul KT a avut avantajul suplimentar – avantaj dacă erai mamifer – că a aterizat într-o mare superficială, de numai zece metri adâncime, în unghiul potrivit şi într-un loc în care nivelurile de oxigen erau de zece ori mai mari decât în prezent şi deci lumea era mai inflamabilă. Şi, cel mai important, bazinul mării peste care a căzut era alcătuit dintr-o rocă bogată în sulf. Rezultatul a fost un impact care a transformat practic o arie a fundului oceanic de dimensiunea Belgiei în aerosoli de acid sulfuric. Luni de-a rândul după aceea, pe Pământ au căzut ploi acide suficient de concentrate cât să ardă pielea.

Într-un fel, o întrebare chiar mai importantă decât „Ce anume a şters de pe faţa Pământului 70% dintre speciile existente?” este „Cum au supravieţuit restul de 30%?”. De ce acest eveniment a fost atât de iremediabil de devastator pentru fiecare dinozaur existent în parte, în vreme ce alte reptile, precum şerpii sau crocodilii, au trecut prin el nevătămaţi? Din câte putem spune noi, nicio specie de broască râioasă, triton, salamandră sau alt amfibian nu a dispărut definitiv în America de Nord. „Cum se face că aceste creaturi atât de delicate au reuşit să iasă tefere dintr-un dezastru de asemenea proporţii nemaiîntâlnite?”, întreabă Tim Flannery în a sa fascinantă preistorie a Americii, Eternal Frontier (Eterna frontieră).

Lucrurile au stat cam la fel şi în mediul marin. Toţi amoniţii au dispărut, dar verişoarele lor, nautiloidele, care aveau stiluri de viaţă similare, au continuat să înoate. Din cadrul planctonului, unele specii au dispărut practic definitiv – de exemplu, 92% dintre foraminifere –, în vreme ce alte organisme, precum diatomeele, alcătuite după o structură similară şi trăind alături de acestea, au scăpat nevătămate.

Aceste neconcordanţe sunt greu de explicat. După cum remarca Richard Fortey: „Cumva nu ne satisface ideea de a le numi pur şi simplu «norocoase» şi să ne oprim aici”. Dacă, aşa cum par să indice toate probabilităţile, evenimentul a fost urmat de luni întregi de fum negru şi înecăcios, atunci ar fi foarte greu de explicat cum de au supravieţuit multe dintre insectele „norocoase”. „Unele insecte, precum scarabeii, puteau trăi hrănindu-se cu lemn sau cu alte substanţe pe care le găseau la îndemână. Dar ce s-a întâmplat cu cele care zboară în lumina soarelui şi au nevoie de polenizare, precum albinele?”, se întreabă Fortey. „Nu ne mai este la fel de uşor să explicăm supravieţuirea lor.”

Şi mai presus de toate sunt coralii. Coralii au nevoie de alge pentru a supravieţui, algele au nevoie de lumină solară şi amândouă au nevoie de temperaturi minime constante. În ultimii câţiva ani s-a făcut o publicitate masivă în jurul problemei dispariţiei speciilor de corali, ca urmare a modificării temperaturii apei marine cu numai aproximativ un grad. Dacă sunt atât de vulnerabili la schimbările minore, cum au reuşit să supravieţuiască lungii ierni care a urmat impactului?

Există, de asemenea, numeroase variaţii regionale greu de explicat. Extincţiile par să fi fost mult mai semnificative în emisfera nordică faţă de cea sudică. În special Noua Zeelandă pare să fi scăpat în bună parte neatinsă, deşi nu avea aproape deloc fiinţe care să trăiască sub pământ. Chiar şi vegetaţia sa a fost protejată, deşi dimensiunile

conflagraţiei din alte părţi par să indice că devastările au fost globale. Pe scurt, există o mulţime de lucruri pe care nu le ştim.

Unele animale pur şi simplu au înflorit – inclusiv, deşi surprinzător, din nou, ţestoasele. După cum remarcă Flannery, perioada imediat următoare dispariţiei dinozaurilor ar putea fi foarte bine numită Epoca Ţestoaselor. În America de Nord au supravieţuit şaisprezece specii şi altele trei au luat naştere la puţin timp după aceea.

În mod evident, capacitatea de a trăi confortabil în apă a fost de mare ajutor. Impactul cu KT a eliminat aproape 90% dintre speciile de pe uscat, dar numai 10% dintre cele care trăiau în apă dulce. Evident că apa a oferit protecţie împotriva căldurii şi incendiilor, dar putem presupune că le-a putut asigura şi o sursă mai bogată de hrană în perioada de lipsuri ce a urmat. Toate animalele terestre care au supravieţuit aveau obiceiul să se retragă într-un mediu mai sigur în vreme de pericol, în aer sau sub pământ, ambele medii putându-le oferi un adăpost de încredere în faţa ravagiilor de afară. Era clar că animalele care se hrăneau cu resturi se bucurau de un avantaj. Şopârlele erau şi sunt în bună parte imune la bacteriile din cadavrele în descompunere. Mai mult, deseori sunt realmente atrase de ele şi, o lungă perioadă, evident că s-au găsit o mulţime de cadavre în putrefacţie peste tot.

De multe ori se afirmă în mod eronat că numai animalele mici au supravieţuit evenimentului KT. În realitate, printre supravieţuitori s-au aflat crocodilii, care nu doar că erau mari, dar erau de trei ori mai mari decât astăzi. Dar, în ansamblu, este adevărat că majoritatea supravieţuitorilor erau animăluţe mici, care ştiau să se ascundă. Într-adevăr, într-o lume întunecată şi ostilă, era momentul perfect să fii mic, cu sânge cald, nocturn, cu o dietă flexibilă şi prudent din fire – exact calităţile prin care se distingeau strămoşii noştri, mamiferele. Dacă evoluţia noastră s-ar fi aflat într-

un stadiu mai avansat, probabil că am fi fost măturaţi de pe suprafaţa Pământului. În schimb, mamiferele se găseau într-o lume la care erau la fel de bine adaptate ca oricare altă fiinţă vie.

Nu putem spune că mamiferele s-au îngrămădit să ocupe toate nişele rămase libere. „Este foarte posibil ca evoluţia să nu agreeze deloc vidul, dar uneori este nevoie de o vreme îndelungată pentru a-l umple”, scria paleobiologul Steven M. Stanley. Timp îndelungat, poate chiar zece milioane de ani, mamiferele şi-au păstrat cu prudenţă dimensiunile mici. La începutul terţiarului, dacă aveai dimensiunile unui râs, erai rege.

Dar, odată pornite, mamiferele au intrat într-o expansiune prodigioasă, uneori până la niveluri strigătoare la cer. O vreme, au existat cobai de dimensiunile unui rinocer şi rinoceri de dimensiunile unei case cu două etaje. Oriunde se găsea un loc liber în lanţul animalelor de pradă, mamiferele s-au ridicat (de multe ori la propriu) ca să-l umple. Membrii timpurii ai familiei ratonilor au migrat în America de Sud, au descoperit o nişă liberă şi au evoluat în animale de dimensiunea şi ferocitatea urşilor. Şi păsările s-au dezvoltat disproporţionat. Milioane de ani, o pasăre carnivoră gigantică nezburătoare, numită Titanis, a fost probabil cea mai feroce creatură din America de Nord. A fost cu siguranţă cea mai de temut pasăre care a trăit vreodată. Avea 3 m înălţime, cântărea peste 350 kg şi avea un cioc care putea smulge capul oricărei vietăţi care îndrăznea să o calce pe nervi. Familia sa a supravieţuit de minune vreme de 50 de milioane de ani şi totuşi noi nu am avut habar de existenţa ei până la descoperirea unui schelet în Florida, în 1963.

Aceasta ne conduce la un alt motiv al bâjbâielilor noastre legate de extincţii: sărăcia urmelor fosile. Am discutat deja despre cât de slabă este posibilitatea transformării în fosilă a oricărui set de oase, dar lucrurile stau încă mai prost decât v-aţi putea imagina. Gândiţi-vă la dinozauri. Muzeele

ne lasă impresia că, la nivel global, fosilele de dinozaur abundă. În realitate, într-o proporţie copleşitoare, exponatele muzeale sunt artificiale. Giganticul diplodoc care domină holul de la intrarea în Muzeul de Istorie Naturală din Londra, care a încântat şi a informat generaţii întregi de vizitatori este alcătuit în întregime din mortar – construit în 1903 la Pittsburgh şi oferit muzeului de Andrew Carnegie. Holul de la intrarea în Muzeul American de Istorie Naturală din New York este dominat de o imagine şi mai măreaţă: scheletul unui barozaur enorm care îşi apără puiul de atacul unui alozaur agresiv şi dinţos. Este un exponat impresionant – barozaurul se ridică până la vreo 9 m către tavanul înalt –, dar, de asemenea, în întregime fals. Fiecare dintre cele câteva sute de oase din care este alcătuit exponatul este un mulaj. Vizitaţi aproape orice muzeu celebru de istorie naturală din lume – din Paris, Viena, Frankfurt, Buenos Aires, Ciudad de Mexico –, iar exponatele care vă întâmpină sunt modele vechi, şi nu oase străvechi.

Adevărul este că nu ştim chiar atât de multe despre dinozauri. Din întreaga eră a dinozaurilor au fost identificate mai puţin de o mie de specii (aproape jumătate dintre ele fiind cunoscute în urma unui specimen unic), ceea ce reprezintă circa un sfert din numărul speciilor de mamifere care trăiesc în prezent. Nu uitaţi că dinozaurii au dominat Pământul o perioadă de aproape trei ori mai lungă decât mamiferele, aşa că fie dinozaurii erau foarte slabi producători de specii, fie noi abia am început să dăm la o parte praful de la suprafaţă (ca să folosesc un clişeu irezistibil de potrivit în context).

Pentru perioade reprezentând mai multe milioane de ani din era dinozaurilor nu s-a găsit încă nicio singură fosilă. Chiar şi pentru perioada cretacicului superior – perioada preistorică cel mai intens studiată, graţie longevivului nostru interes faţă de dinozauri şi dispariţia lor – este posibil ca trei pătrimi din totalul speciilor care au trăit să

fie încă nedescoperite. Este foarte posibil ca Pământul să fi vuit de mii de animale mai masive decât diplodocii şi mai agresive decât tiranozaurii, iar noi să nu avem habar. Până foarte de curând, tot ce ştiam despre dinozaurii din această perioadă provenea de la circa trei sute de specimene, reprezentând numai şaisprezece specii. Lipsa dovezilor a dus la formarea unei convingeri foarte răspândite, potrivit căreia dinozaurii erau deja pe cale de dispariţie la momentul impactului cu KT.

La sfârşitul anilor 1980, un paleontolog de la Muzeul Public Milwaukee, Peter Sheehan, a decis să desfăşoare un experiment. Cu ajutorul a două sute de voluntari, a făcut o cercetare minuţioasă a unei zone bine definite, dar şi bine alese din celebra Formaţiune Hell Creek din Montana. Printr-o filtrare meticuloasă, voluntarii au adunat fiecare dinte, vertebră şi fărâmiţă de os, tot ce fusese trecut cu vederea de săpătorii anteriori. Efortul a durat trei ani. La final, şi-au dat seama că triplaseră numărul de fosile de dinozauri de la sfârşitul cretacicului de pe întreaga planetă. Studiul a dovedit că dinozaurii au existat în număr mare până la momentul impactului cu KT. „Nu avem niciun motiv să credem că dinozaurii se stingeau treptat pe parcursul ultimelor trei milioane de ani ai cretacicului”, a declarat Sheehan.

Suntem atât de familiarizaţi cu noţiunea propriei noastre inevitabilităţi drept specie dominantă a ciclului vieţii, încât ne vine greu să înţelegem că ne aflăm aici doar pentru că au avut loc, la timp, unele ciocniri extraterestre şi alte fericite întâmplări complet aleatorii. Singurul lucru pe care-l avem în comun cu toate celelalte fiinţe vii este acela că, vreme de aproape patru miliarde de ani, strămoşii noştri au reuşit să se strecoare printr-o serie de uşi ce se închideau în spatele nostru de fiecare dată când era nevoie. Stephen Jay Gould a exprimat succint această idee într-o frază celebră: „Oamenii sunt astăzi aici pentru că exact linia noastră de descendenţă nu s-a fracturat niciodată –

nici măcar o dată în niciunul dintre miliardele de puncte de cotitură în care am fi putut fi şterşi din istorie”.

Am început acest capitol cu trei aspecte: viaţa vrea să existe; nu întotdeauna viaţa aspiră la prea mult; din când în când, viaţa se stinge. La acestea mai putem adăuga un al patrulea: viaţa continuă. Şi, de multe ori, după cum vom vedea, continuă sub forme de-a dreptul uluitoare.

Capitolul 23

Bogăţia existenţei

În Muzeul de Istorie Naturală din Londra, pe ici, pe colo, construite prin cotloane de-a lungul coridoarelor prost luminate sau între vitrinele de sticlă cu minerale şi ouă de struţ şi vreun secol şi ceva de talmeş-balmeş productiv de toate felurile, există uşi secrete – secrete cel puţin în sensul că nu atrag în niciun fel ochiul vizitatorului. Întâmplător, s-ar putea să observaţi vreo persoană cu un aer distras şi părul vâlvoi, semnele distinctive ale oamenilor de ştiinţă, ivindu-se pe una dintre aceste uşi şi pornind grăbită pe un coridor, probabil pentru a dispărea pe o altă uşă, ceva mai încolo, dar acesta este un eveniment destul de rar. În cea mai mare parte a timpului, uşile stau închise; nimic nu lasă să se vadă că dincolo de ele există un alt Muzeu de Istorie Naturală, paralel, la fel de vast şi, sub multe aspecte, mai minunat decât cel pe care îl cunoaşte şi-l adoră publicul.

Muzeul de Istorie Naturală conţine aproximativ şaptezeci de milioane de obiecte acoperind toate sferele vieţii, din toate colţurile planetei, colecţie la care se adaugă în fiecare an alte circa o sută de mii de exponate, dar abia în spatele uşilor închise începi să înţelegi cu adevărat ce casă a comorilor se află aici. În dulapuri şi cabinete, în camere lungi, înţesate de rafturi umplute până la refuz, sunt păstrate zeci de mii de animale conservate în recipiente de sticlă, milioane de insecte prinse cu ace pe panouri, sertare

întregi cu moluşte strălucitoare, oase de dinozauri, cranii ale oamenilor timpurii, dosare nesfârşite de plante presate cu grijă. Seamănă un pic cu o plimbare prin creierul lui Darwin. Camera de conservare în alcool conţine, ea singură, peste 20 km de rafturi pline, borcan după borcan, cu animale conservate în alcool metilic.

Aici, în spate, se află specimenele adunate de Joseph Banks în Australia, Alexander von Humboldt în Amazonia, Darwin în călătoria pe Beagle şi multe altele, care sunt fie rare, fie de importanţă istorică, fie şi una, şi alta. Mulţi ar fi încântaţi să pună mâna pe aceste exponate. Câţiva chiar au reuşit. În 1954, muzeul a primit o fabuloasă colecţie ornitologică aflată în proprietatea unui pasionat colecţionar pe nume Richard Meinertzhagen, autorul cărţii Birds of Arabia (Păsările Arabiei), între alte lucrări academice. Meinertzhagen fusese un pasionat vizitator al muzeului ani de-a rândul, venind aproape în fiecare zi să-şi ia notiţe pentru lucrările şi monografiile sale. Când au sosit cuferele, muzeografii le-au deschis plini de încântare ca să vadă ce primiseră şi au descoperit cu surprindere, ca să nu spun mai mult, că un mare număr de specimene purtau chiar etichetele muzeului. S-a dovedit că domnul Meinertzhagen se servise din colecţiile lor ani de-a rândul. Aceasta explica obiceiul său de a purta o haină largă pe deasupra, chiar pe vremea cea mai călduroasă.

Câţiva ani mai târziu, un încântător domn în vârstă, vizitator asiduu al departamentului de moluşte – „un domn foarte distins”, după câte mi s-a spus –, a fost prins strecurând cochilii valoroase în picioarele goale pe dinăuntru ale cadrului său de mers.

— Îmi imaginez că nu există lucruşor de aici pe care cineva, undeva, să nu şi-l dorească cu ardoare, mi-a spus Richard Fortey cu un aer preocupat, în timp ce mă însoţea într-un tur al seducătoarei lumi pe care o formează partea „din spatele scenei”.

Am rătăcit printr-un labirint de departamente în care oamenii stăteau la mese enorme, adânciţi în cercetări atente pe artropode, pe frunze de palmier şi prin cutii cu oase îngălbenite. Peste tot plutea un aer de migală tihnită, aerul oamenilor angajaţi într-o sarcină titanică, imposibil de încheiat vreodată şi care nu poate fi zorită. În 1967, din câte am citit, muzeul şi-a prezentat raportul asupra Expediţiei John Murray, un studiu efectuat în Oceanul Indian, la patruzeci şi patru de ani după încheierea expediţiei ca atare. Este o lume în care toate lucrurile se mişcă în ritmul lor propriu, inclusiv un lift minuscul, în care eu şi Fortey am urcat alături de un domn în vârstă, cu un aer savant, cu care Fortey a schimbat impresii pe un ton familiar şi spiritual, pe măsură ce urcam cu aceeaşi viteză cu care se depun straturile sedimentare.

După ce bărbatul a coborât, Fortey mi-a spus:

— Este un domn foarte drăguţ, pe nume Norman, care şi-a petrecut patruzeci şi doi de ani studiind o specie de plante, sunătoarea. S-a pensionat în 1989, dar încă ne vizitează în fiecare săptămână.

— Cum se poate să-ţi petreci patruzeci şi doi de ani studiind o singură specie de plante? am întrebat eu.

— Remarcabil, nu-i aşa? a fost de acord Fortey, apoi s-a gândit un moment. Probabil este foarte minuţios.

Uşa liftului s-a deschis către o ieşire zidită cu cărămidă. Fortey a părut contrariat.

— Foarte ciudat, a spus el. Aici era înainte departamentul de botanică.

A apăsat pe butonul de la un alt etaj, după care ne-am croit drum cu încetinitorul către departamentul de botanică, folosindu-ne de scările din dos şi strecurându-ne discret şi ilicit prin alte departamente, în care cercetătorii se aplecau cu dragoste asupra unor obiecte cândva vii. Şi astfel le-am fost prezentat lui Len Ellis şi tăcutei lumi a briofitelor – muşchii de pădure pentru noi, muritorii de rând.

Când Emerson observa poetic că muşchii favorizează părţile dinspre nord ale copacilor („Muşchiul de pe trunchiul de copac era o stea a nordului atunci când cerul era întunecat”), se referea de fapt la licheni, pentru că în secolul al XIX-lea nu se făcea distincţia între muşchi şi licheni. Adevăraţii muşchi nu sunt de fapt deloc pretenţioşi în privinţa locului în care cresc, prin urmare nu au nicio valoare pe post de busole naturale. De fapt, muşchii în general nu sunt buni la nimic. „Cred că nu există alt grup de plante atât de mare şi cu atât de puţine întrebuinţări de natură comercială sau economică precum muşchii”, scria Henry S. Conard, poate cu o notă de tristeţe, în cartea *How to Know the Mosses and the Liverworts (Cum să cunoaştem muşchii şi muşchii hepatici),* publicată în 1956 şi prezentă încă pe rafturile a numeroase librării, fiind aproape unica tentativă de a populariza acest subiect.

Cu toate acestea, sunt prolifici. Chiar şi după excluderea lichenilor, briofitele rămân o grupare suprapopulată, cu peste zece mii de specii cuprinse în aproximativ şapte sute de genuri. Masiva şi impunătoarea *Moss Flora of Britain and Ireland (Flora muşchilor în Marea Britanie şi Irlanda)* de A.J.E. Smith se întinde pe şapte sute de pagini, iar Marea Britanie şi Irlanda sunt departe de a se remarca prin abundenţa zonelor ocupate de muşchi.

— Adevărata diversitate o întâlneşti la tropice, mi-a spus Len Ellis, un bărbat tăcut şi slăbuţ, care lucra la Muzeul de Istorie Naturală de douăzeci şi şapte de ani şi era custodele acestui departament din 1990. Poţi să te plimbi într-un loc precum pădurile tropicale umede din Malaysia şi să descoperi destul de uşor varietăţi noi. Mi s-a întâmplat chiar mie acest lucru, nu cu mult timp în urmă. Am privit în jos şi am dat peste o specie care nu a fost niciodată înregistrată.

— Aşadar, habar nu avem câte specii mai aşteaptă să fie descoperite?

— O, nu, nu avem nicio idee.

S-ar putea să nu vă vină să credeţi că există în lume atâţia oameni gata să îşi închine vieţile studiului a ceva iremediabil condamnat la insignifianţă, dar, în realitate, oamenii muşchilor numără câteva sute şi chiar îşi apără cu ardoare obiectul muncii.

— A, da, mi-a spus Ellis, întâlnirile pot deveni chiar aprinse uneori.

I-am cerut să-mi dea un exemplu de controversă.

— Păi, iată una care a fost pornită de unul dintre concetăţenii dumneavoastră, mi-a replicat el cu o urmă de zâmbet şi a deschis un compendiu voluminos, ce conţinea ilustraţii cu muşchi a căror unică trăsătură cu adevărat notabilă pentru un ochi de necunoscător era izbitoarea asemănare dintre ei. Acesta, a continuat el lovind cu degetul ilustraţia unui muşchi, era înainte de un singur gen, *Drepanocladus.* Acum a fost regrupat în trei: *Drepanocladus, Warnstorfia şi Hamatacoulis.*

— Şi de aici s-a ajuns la lovituri? am întrebat eu cu o urmă de speranţă.

— Păi, de fapt era logic. Era perfect logic. Dar presupunea o enormă muncă de reorganizare a colecţiilor şi, un timp, toate cărţile deveneau învechite şi inexacte, aşa că vă imaginaţi că au apărut şi câteva mormăieli de protest.

Şi muşchii au misterele lor, mi-a spus el. Un caz faimos – sau cel puţin faimos pentru oamenii muşchilor – se referea la un tip vechi, numit *Hyophila stanfordensis*, care fusese descoperit în campusul Universităţii Stanford din California, iar mai târziu a fost găsit crescând şi pe marginea unei cărări din Cornwall, dar nicăieri între aceste două puncte. Nu putem decât să ghicim cum a ajuns să existe în două locuri atât de îndepărtate.

— Acum este cunoscut drept *Hennediella stanfordensis*, mi-a spus Ellis. Încă o revizie.

Am clătinat amândoi din cap, gânditori.

Când se descoperă un nou muşchi, cercetătorii trebuie să îl compare cu toţi ceilalţi existenţi, pentru a fi siguri că nu a fost deja înregistrat. Apoi trebuie alcătuită o descriere oficială, cu ilustraţii adecvate, iar rezultatele trebuie publicate într-o revistă respectabilă. Rareori procesul durează mai puţin de şase luni. Secolul XX nu a fost o epocă tocmai măreaţă pentru taxonomia muşchilor. O bună parte din eforturile acestui secol au fost închinate descâlcirii confuziilor şi suprapunerilor lăsate în urmă de secolul al XIX-lea.

Aceea a fost epoca de aur a colecţionării muşchilor. (Poate vă mai amintiţi că tatăl lui Charles Lyell a fost un mare om al muşchilor.) Un englez cu un nume cum nu se poate mai potrivit, George Hunt („vânătoare”), a vânat muşchii din Marea Britanie cu atâta asiduitate, încât este foarte probabil să fi contribuit la dispariţia mai multor specii. Dar graţie acestui soi de efort colecţia lui Len Ellis este una dintre cele mai cuprinzătoare din lume. Toate cele 780.000 de specimene sunt presate între foi mari, împăturite de hârtie groasă; unele dintre acestea sunt foarte vechi şi acoperite cu o scriitură fină, victoriană. Se prea poate ca unele să fi trecut prin mâinile lui Robert Brown, marele botanist victorian, descoperitorul mişcării browniene şi al nucleului celulei, cel care a fondat şi a condus departamentul de botanică al muzeului în primii săi 31 de ani de existenţă, până la moartea botanistului în 1858. Toate specimenele sunt păstrate în vechi cabinete de mahon lustruit, de o fineţe atât de uimitoare, încât mi-au atras atenţia.

— A, acelea i-au aparţinut lui Sir Joseph Banks, sunt din casa lui din Soho Square, mi-a spus Ellis în treacăt, de parcă ar fi comentat o achiziţie recentă de la Ikea. A pus să fie construite pentru a-şi păstra specimenele din călătoria pe Endeavour.

A privit cabinetele cu atenţie, ca şi cum nu ar mai fi făcut-o de foarte multă vreme.

— Nici nu ştiu cum au ajuns la noi, la briologie, a adăugat el.

Dezvăluirea era extraordinară. Joseph Banks a fost cel mai mare botanist al Angliei, iar călătoria pe *Endeavour* – adică aceea în care căpitanul Cook a marcat tranzitul din 1769 al lui Venus şi a revendicat Australia în numele Coroanei, printre destul de multe altele – a fost cea mai mare expediţie botanică din istorie. Banks a plătit zece mii de lire sterline, circa şase sute de mii de lire în banii de astăzi, ca să se îmbarce pe sine şi un grup de nouă însoţitori – un naturalist, un secretar, trei desenatori şi patru servitori – în aventura de trei ani în jurul lumii. Mare mister cum s-a descurcat atât de francul căpitan Cook cu această pretenţioasă şi simandicoasă adunare, dar se pare că l-a simpatizat pe Banks destul de mult şi că a nutrit cea mai vie admiraţie pentru talentul acestuia la botanică – sentiment împărtăşit, de altfel, de posteritate.

Nici înainte, nici de atunci încoace nu s-a mai bucurat vreo echipă de botanişti de asemenea măreţe triumfuri. În parte, aceasta se datorează faptului că expediţia s-a oprit în foarte multe locuri noi sau prea puţin cunoscute – Ţara de Foc, Tahiti, Noua Zeelandă, Australia, Noua Guinee –, dar în mare parte şi faptului că Banks era un colecţionar nespus de şiret şi de inventiv. Chiar şi când nu avea posibilitatea să coboare la mal, ca la Rio de Janeiro, din cauza unei carantine, a cercetat meticulos prin balotul de nutreţ trimis ca hrană pentru animalele de pe navă şi a făcut noi descoperiri. Se pare că nimic nu scăpa atenţiei sale. A adus înapoi un total de 30.000 de specimene de plante, între care 1.400 nemaivăzute până atunci – atât de multe, încât numărul de plante cunoscute în lume a crescut cu circa un sfert.

Dar marea pradă a lui Banks a reprezentat doar o parte din inventarul total a ceea ce a fost o epocă strângătoare până la limita absurdului. Colecţionarea plantelor devenise în secolul al XVIII-lea un fel de manie internaţională. Averi

şi glorie, deopotrivă, îi aşteptau pe cei care găseau specii noi, aşa că botaniştii şi aventurierii au mers până în pânzele albe pentru a satisface pofta lumii de noutăţi în horticultură. Thomas Nuttall, omul care a dat numele glicinelor (wistaria) după Caspar Wistar, a ajuns în Statele Unite ca tipograf fără multă şcoală, dar şi-a descoperit pasiunea pentru plante şi a străbătut înainte şi înapoi jumătate de ţară, adunând sute de plante nemaivăzute până atunci. John Fraser, după care este numită specia de brad Abies fraseri, specifică sud-estului Munţilor Apalaşi, a stat ani buni în sălbăticie, colecţionând plante în numele Ecaterinei cea Mare şi a reapărut într-un târziu, doar ca să descopere că Rusia avea un nou ţar, care îl credea nebun şi care a refuzat să îi onoreze contractul. Fraser şi-a dus întregul arsenal în Chelsea, unde a deschis o pepinieră şi şi-a câştigat un trai frumuşel vânzând rododendroni, azalee, magnolii, viţă canadiană şi alte plante exotice din colonii încântatei mici nobilimi engleze.

Descoperirile potrivite puteau aduce sume enorme de bani. John Lyon, un botanist amator, a petrecut doi ani grei şi periculoşi colecţionând specimene, dar eforturile i-au fost răsplătite cu aproape 125.000 de lire sterline în banii de astăzi. Însă mulţi au făcut-o doar din pasiune pentru botanică. Nuttall a oferit aproape tot ce a descoperit Grădinii Botanice din Liverpool. În cele din urmă, a ajuns directorul Grădinii Botanice de la Harvard şi autorul enciclopediei Genera of North American Plants (Genurile plantelor nord-americane) (pe care nu numai că a scris-o, dar, în bună parte, a şi cules-o pentru tipar).

Şi aceasta numai în ce priveşte plantele. Venea apoi întreaga faună a lumilor noi – canguri, kiwi, ratoni, râsul roşu, ţânţari şi alte forme de o ciudăţenie fără egal. Volumul vieţii pe Pământ părea să fie infinit, după cum scria Jonathan Swift într-o strofă celebră:

Naturalişti, vedeţi dar puricele

Vânat e de alţii mai mici;
Pe care îi muşcă alţii şi mai mici
Şi tot aşa la infinit coboară.

Toate aceste informaţii noi trebuiau îndosariate, ordonate şi comparate cu ceea ce se ştia deja. Lumea avea o nevoie disperată de un sistem de clasificare funcţional. Din fericire, în Suedia exista un om gata să-l ofere.

Numele său era Carl Linné (devenit mai târziu, cu aprobare, mai aristocraticul von Linné), dar în prezent este cunoscut cu numele său latinizat, Carolus Linnaeus. S-a născut în 1707 în sătucul Råshult din sudul Suediei, fiul unui preot luteran sărac, dar ambiţios; era un elev atât de leneş, încât tatăl său, exasperat, l-a dat ucenic (sau, potrivit altor relatări, aproape că l-a dat ucenic) la un cizmar. Speriat de perspectiva de a-şi petrece întreaga viaţă înfigând ţinte în piele, tânărul Linné a implorat să i se mai dea o şansă, care i-a fost acordată; din acel moment, nu s-a mai sustras niciodată excelenţei academice. A studiat medicina în Suedia şi Olanda, dar mai apoi şi-a descoperit pasiunea pentru lumea naturală. La începutul anilor 1730, înainte de a împlini treizeci de ani, a început să compileze cataloage cu speciile de plante şi animale ale lumii, folosind un sistem proiectat de el, şi faima i-a crescut treptat.

Puţini oameni în istorie şi-au trăit cu atâta relaxare propria măreţie. Îşi petrecea o mare parte a timpului liber creionând autoportrete lungi şi măgulitoare, declarând că n-a mai fost vreodată „un zoolog sau botanist mai mare” şi că sistemul său de clasificare era „cea mai măreaţă realizare în domeniul ştiinţei”. A sugerat cu modestie ca piatra sa funerară să poarte inscripţia Princeps Botanicorum, „prinţul botanicii”. Şi nu era deloc înţelept să-i fie puse la îndoială generoasele autoevaluări. Cei care au îndrăznit au avut surpriza să descopere că apăruseră buruieni botezate cu numele lor.

Cealaltă calitate izbitoare a lui Linnaeus era preocuparea constantă – pe alocuri, am putea spune chiar febrilă – pentru sex. Era în mod deosebit atras de asemănarea dintre anumite moluşte bivalve şi organele de reproducere feminine. A denumit părţile unei specii de scoici astfel: „vulvă”, „labie”, „pubis”, „anus” şi „himen”. A grupat plantele în funcţie de natura organelor lor reproducătoare şi le-a înzestrat cu o lascivitate antropomorfică stupefiantă. Descrierile florilor şi ale comportamentului lor sunt pline de referinţe la „contacte promiscue”, la „concubine sterpe” şi la „paturi nupţiale”. Primăvara, scria el într-un pasaj citat frecvent,

> *dragostea coboară până şi asupra acestor plante. Masculi şi femele... se prind în jocul nupţial... arătându-şi organele sexuale bărbăteşti sau femeieşti. Frunzele florilor servesc drept pat nupţial, atât de glorios aranjat de Creator, împodobit cu perdele nobile şi parfumat cu atâtea arome dulci, încât mirele şi a sa mireasă îşi pot celebra unirea cu o măreaţă solemnitate. După ce patul a fost astfel pregătit, vine momentul ca mirele să îşi îmbrăţişeze iubita mireasă şi să se lase în voia ei.*

A numit un gen de plante *Clitoria.* Nu e o surpriză că mulţi l-au considerat ciudat. Dar sistemul său de clasificare era irezistibil. Înainte de Linnaeus, plantele primeau nume reprezentând descrieri generoase. Cireaşa obişnuită era numită *Physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserratis.* Linnaeus i-a scurtat codiţele până la *Physalis angulata*, nume folosit şi astăzi. Lumea plantelor era un talmeş-balmeş provocat de inconsecvenţa denumirilor. Un botanist nu putea şti sigur dacă *Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro* era aceeaşi plantă pe care alţii o numeau *Rosa sylvestris inodora seu canina.* Linnaeus a rezolvat ghicitoarea numind-o simplu *Rosa canina.* Pentru ca aceste prescurtări să fie folositoare şi pe

gustul tuturor, era nevoie de ceva mai mult decât de hotărâre. Era nevoie de un instinct – ba chiar de un geniu – pentru a alege exact calităţile cele mai relevante ale unei specii.

Sistemul linnaean este atât de bine înrădăcinat, încât astăzi cu greu ne putem imagina o alternativă, dar înainte de Linnaeus sistemele de clasificare erau de multe ori aleatorii. Animalele erau împărţite în sălbatice sau domestice, terestre sau acvatice, mari sau mici ori chiar, după opinia generală despre ele, frumoase şi nobile sau nesemnificative. Buffon şi-a aranjat animalele în funcţie de utilitatea lor pentru om. Considerentele anatomice abia dacă intrau în discuţie. Linnaeus şi-a făcut o misiune în viaţă din corectarea acestei deficienţe, clasificând toate vieţuitoarele în funcţie de atributele lor fizice. Iar taxonomia – adică ştiinţa clasificării – nu a mai privit nicio clipă înapoi.

Fireşte că a durat destul de mult. Prima ediţie a marii sale lucrări *Systema Naturae* din 1735 avea numai paisprezece pagini. Dar a tot crescut, până când a douăsprezecea sa ediţie – ultima pe care Linnaeus avea să apuce să o vadă – se întindea pe trei volume şi 2.300 de pagini. Până la final, a numit şi a înregistrat circa 13.000 de specii de plante şi animale. Existau şi alte lucrări, mai cuprinzătoare – *Historia Generalis Plantarum,* în trei volume, a lui John Ray în Anglia, încheiată cu o generaţie mai devreme, ajungea până la 18.625 de specii numai de plante –, dar lucrurile de care dădea dovadă Linnaeus, şi nimeni altcineva nu-l putea concura, erau consecvenţa, ordinea, simplitatea şi cronologia. Deşi lucrarea sa datează din anii 1730, nu a devenit cunoscută pe scară largă în Anglia decât prin anii 1760, la momentul potrivit pentru a-l transforma pe Linnaeus într-un fel de părinte fondator pentru naturaliştii englezi. Şi nicăieri altundeva în lume sistemul său nu a fost adoptat cu mai mare entuziasm decât

în Anglia (motiv pentru care, de exemplu, Linnaean Society îşi are sediul la Londra, nu la Stockholm).

Nici Linnaeus nu era fără cusur. A făcut loc în clasificările sale unor creaturi mitice şi unor „oameni monstruoşi”, acceptând cu naivitate descrieri din partea unor marinari şi a altor călători cu imaginaţie. Printre aceştia se găseau un om sălbatic, Homo ferus, care mergea pe toate cele patru membre şi încă nu deprinsese arta vorbirii, şi un *Homo caudatus,* „omul cu coadă”. Dar să nu uităm că ne aflam într-o epocă mult mai credulă. Până şi marele Joseph Banks a arătat un sincer şi viu interes faţă de o serie de apariţii ale unor sirene, după cum se spunea, în largul coastei scoţiene, la sfârşitul secolului al XVIII-lea. Însă în marea lor majoritate scăpările lui Linnaeus au fost compensate de solida şi de multe ori geniala sa taxonomie. Între alte reuşite, el şi-a dat seama că balenele aparţin, alături de vaci, şoareci şi alte animale terestre cunoscute, ordinului patrupedelor (denumit mai târziu al mamiferelor), ceea ce nu mai observase nimeni până la el.

La început, Linnaeus avusese intenţia să îi dea fiecărei plante doar numele genului şi un număr – *Convolvulus 1, Convolvulus 2* şi tot aşa –, dar şi-a dat repede seama că nu era suficient şi a abordat gruparea cu două nume, care rămâne esenţa sistemului până în ziua de azi. Intenţia iniţială era aceea de a aplica sistemul binom tuturor categoriilor – roci, minerale, boli, vânturi, orice există în natură. Însă nu toată lumea a primit sistemul cu aceeaşi căldură. Mulţi s-au simţit încurcaţi de înclinaţia sa spre indecenţă, lucru oarecum ironic, având în vedere că, încă dinainte de Linnaeus, numele populare a numeroase plante şi animale erau de-a dreptul grosolane. Păpădia era cunoscută popular sub numele de *curu-găinii*, iar printre denumirile populare regăsim *băşina-porcului*, *ţâţa-vacii* şi altele asemenea. Multe dintre aceste apelative plastice şi foarte exacte se regăsesc încă în limbajul popular curent. De exemplu, denumirea populară de „părul-fecioarei”

pentru *Fissidens adianthoides*, o specie de muşchi, nu se referă la părul de pe capul fecioarei. În orice caz, exista de mult sentimentul că ştiinţele naturale şi-ar spori apreciabil demnitatea dacă s-ar introduce o doză de spirit clasic în denumirile folosite, prin urmare unii au resimţit o oarecare dezamăgire când au descoperit că autoîncoronatul Prinţ al Botanicii îşi condimentase textele cu denumiri precum *Clitoria, Fornicata* şi *Vulva*.

De-a lungul anilor, s-a renunţat la multe dintre acestea fără mult tam-tam (deşi nu complet: există încă o specie de melci care răspunde oficial la numele de *Crepidula fornicata*) şi s-au operat numeroase alte distincţii, mai subtile, pe măsură ce nevoile ştiinţelor naturale au devenit tot mai specializate. Mai exact, sistemul a fost consolidat prin introducerea treptată a unor ierarhii suplimentare. Genul şi specia fuseseră folosite de naturalişti cu peste o sută de ani înainte de Linnaeus, iar ordin, clasă şi familie au intrat în uz cu sensul din biologie în anii 1750 şi 1760. Termenul „filum” a fost găsit abia în 1876 (de germanul Ernst Haeckel), iar „familie” şi „ordin” au fost considerate sinonime până la începutul secolului XX. O vreme, zoologii au folosit cuvântul „familie” acolo unde botaniştii foloseau „ordin”, creând adesea o confuzie generală[52].

Linnaeus împărţise lumea animală în şase categorii: mamifere, reptile, păsări, peşti, insecte şi „vermine” sau viermi pentru tot ce nu se încadra în primele cinci. Era evident încă de la început că includerea homarilor şi a creveţilor în aceeaşi categorie cu viermii era nepotrivită, prin urmare au fost create noi categorii, precum moluştele şi crustaceele. Din nefericire, aceste noi clasificări nu au fost aplicate uniform de toate ţările. Într-o încercare de a reinstaura ordinea, în 1842 britanicii au proclamat un nou set de reguli numit Codul Stricklandian, dar francezii au văzut în aceasta o dovadă de îngâmfare, aşa că La Société Zoologique a contraatacat cu propriul cod. În acest timp,

Societatea Ornitologică Americană, din motive neelucidate, a decis să folosească ediţia din 1758 a lucrării Systema Naturae ca bază pentru stabilirea numelor, în locul ediţiei din 1766, folosită de restul lumii, ceea ce a însemnat că numeroase păsări americane şi-au petrecut secolul al XIX-lea înscrise în genuri diferite faţă de verişoarele lor înaripate din Europa. Abia în 1902, la una dintre primele întâlniri ale Congresului Internaţional de Zoologie, naturaliştii au început să dea dovadă, în sfârşit, de un pic de maleabilitate şi să adopte un cod universal.

Taxonomia este descrisă uneori drept ştiinţă, iar alteori drept artă; în realitate, e un câmp de bătălie. Chiar şi în prezent, sistemul este dominat de o dezordine mult mai mare decât îşi închipuie cineva. Să luăm categoria filum, diviziunea care descrie structura de bază a organismului. Câteva filumuri sunt în general bine cunoscute, cum ar fi moluştele (care adăpostesc scoicile şi melcii), artropodele (insectele şi crustaceele), cordatele (noi şi toate celelalte animale cu coloană vertebrală sau protocoloană); de aici, lucrurile virează brusc în obscuritate. Din zona obscură am putea enumera gnathostomulida (viermii marini), cnidaria (celenteratele – moluştele, meduzele, anemonele şi coralii) şi priapulida (sau micuţii „viermi penis”). Familiare sau nu, aceste diviziuni sunt elementare. Şi totuşi, oricât de surprinzător ar părea, în privinţa numărului de filumuri care există sau care ar trebui să existe, suntem departe de a avea un consens. Majoritatea biologilor plasează totalul în jur de treizeci, alţii însă optează pentru o cifră mai mică, puţin peste douăzeci, în vreme ce Edward O. Wilson, în *The Diversity of Life (Diversitatea vieţii)*, plasează numărul la un neaşteptat de consistent optzeci şi nouă. Depinde unde te decizi să faci diviziunile – dacă eşti un „calupist” sau un „despicător”, după cum se spune pe aici, în lumea biologilor.

La nivelul mai prozaic al speciilor, posibilităţile de neconcordanţă sunt chiar mai mari. Dacă o specie de iarbă ar trebui numită *Aegilops incurva, Aegilops incurvata* sau *Aegilops ovata* s-ar putea să nu reprezinte un motiv de înflăcărare pentru prea mulţi nonbiologi, dar în cercurile potrivite poate deveni sursa unor dezbateri aprinse. Problema este că există cinci mii de specii de iarbă şi multe seamănă teribil între ele, chiar şi pentru oamenii care se pricep la iarbă. În consecinţă, unele specii au fost descoperite şi numite de cel puţin douăzeci de ori şi se pare că nu există specie care să nu fi fost identificată şi denumită de cel puţin două ori separat. *Manualul ierburilor din Statele Unite,* în două volume, acordă două sute de pagini culese mărunt clarificării tuturor sinonimiilor, după cum îşi numeşte lumea biologiei suprapunerile accidentale, dar destul de frecvente. Şi aceasta numai pentru ierburile dintr-o singură ţară.

Pentru a se ocupa de discordanţele la nivel global, un organism cunoscut sub numele de Asociaţia Internaţională pentru Taxonomia Plantelor arbitrează problemele legate de priorităţi şi de suprapuneri. Din când în când, Asociaţia emite decrete, declarând că *Zauschneria californica* (o plantă frecventă în grădinile pietruite) va fi cunoscută de acum înainte drept *Epilobium canum* sau că *Aglaothamnion tenuissimum* poate fi acum privită ca una şi aceeaşi specie cu *Aglaothamnion byssoides,* dar nu cu *Aglaothamnion pseudobyssoides.* În mod normal, toate acestea reprezintă mici chestiuni de bucătărie internă, dar dacă afectează cumva iubitele plante de grădină, cum se întâmplă uneori, inevitabil provoacă ţipete de indignare. La sfârşitul anilor 1980, crizantema comună a fost gonită din genul cu acelaşi nume şi realocată genului *Dendranthema,* o lume nedemnă şi indezirabilă prin comparaţie, chiar dacă pe baza unor raţiuni ştiinţifice justificate.

Crescătorii de crizanteme, care alcătuiesc o tagmă numeroasă şi mândră de activitatea lor, au protestat în faţa

Comitetului pentru Spermatofite, care, oricât de neverosimil ar părea, chiar există. (Există, de asemenea, comitete pentru pteridofite, briofite şi fungi, printre altele, şi toate răspund în faţa unui organism executiv numit Rapporteur-Général; iar aceasta este o instituţie demnă de toată consideraţia.) Deşi se presupune că regulile nomenclaturii sunt aplicate cu stricteţe, botaniştii nu sunt indiferenţi la sentimente, aşa că în 1995 decizia a fost revocată. Adjudecări similare au salvat petuniile, vonicerul (familia Evonymus) şi o specie foarte răspândită de crin de cameră de la strămutare, dar nu şi numeroase specii de muşcate, care în urmă cu câţiva ani au fost transferate, în ciuda strigătelor mânioase de protest, în genul *Pelargonium.* Disputele sunt urmărite cu amuzament în lucrarea lui Charles Elliott *The Potting-Shed Papers (Magazia grădinarului)*.

Dispute şi reorganizări asemănătoare se pot regăsi cam în toate domeniile vieţii, prin urmare, menţinerea unei socoteli unitare nu e o chestiune nici pe departe atât de simplă precum v-aţi imagina. În consecinţă, ne aflăm în situaţia oarecum surprinzătoare de a nu avea nici cea mai vagă idee – „nici măcar la o scară de mărime cât de cât apropiată”, după cum spune Edward O. Wilson – despre numărul de vieţuitoare care trăiesc pe planeta noastră. Estimările se încadrează între trei milioane şi două sute de milioane. Potrivit unei relatări din The Economist, s-ar putea ca până la 97% dintre speciile de plante şi animale ale planetei să nu fi fost încă descoperite, ceea ce este şi mai extraordinar.

Chiar şi organismele a căror existenţă o cunoaştem sunt în proporţie de 99% descrise foarte sumar – „un nume ştiinţific, câteva specimene într-un muzeu şi câteva tentative de descriere prin publicaţiile ştiinţifice”: iată cum caracterizează Wilson stadiul cunoştinţelor noastre. *În The Diversity of Life,* el estimează numărul speciilor cunoscute de toate tipurile – plante, insecte, microbi, alge, totul – la

1,4 milioane, dar adaugă că este doar o aproximare. Alţi specialişti au plasat numărul speciilor cunoscute puţin mai sus, între 1,5 milioane şi 1,8 milioane, dar nu există o contabilizare centralizată a acestor lucruri, prin urmare nu le putem verifica nicăieri. Pe scurt, ne aflăm în postura remarcabilă de a nu şti exact ce ştim.

În principiu, ar trebui să putem face următorul lucru: mergem la un specialist din fiecare domeniu şi îl întrebăm câte specii există în domeniul său, apoi adunăm cifrele obţinute. Mulţi chiar au încercat să facă asta. Problema este că rareori s-au găsit doi care să ajungă în final la aceleaşi cifre. Unele surse plasează numărul ciupercilor cunoscute la 70.000, altele la 100.000 – cu aproape jumătate mai mult. Veţi găsi opinii ferme potrivit cărora numărul speciilor de viermi de pământ descrise este de 4.000 şi declaraţii la fel de categorice care indică cifra de 12.000. Pentru insecte, numerele variază de la 750.000 la 950.000 de specii. Înţelegeţi, desigur, că acestea sunt, teoretic, cifrele pentru speciile cunoscute. Pentru plante, cifrele general acceptate variază între 248.000 şi 265.000. Diferenţa poate părea destul de mică, dar este de cel puţin douăzeci de ori mai mare decât numărul de plante cu flori din întreaga Americă de Nord.

Încercarea de a instaura ordinea nu este deloc o sarcină uşoară. La începutul anilor 1960, Colin Groves de la Universitatea Naţională Australiană a început un studiu sistematic a peste două sute cincizeci de specii de primate. În repetate rânduri s-a dovedit că aceeaşi specie fusese descrisă de mai multe ori, fără ca niciunul dintre descoperitori să îşi dea seama că aveau de-a face cu o specie deja cunoscută ştiinţei. Groves a avut nevoie de patru decenii pentru a descâlci totul, iar aceasta numai pentru un grup relativ mic de animale, uşor de distins şi care, în general, nu naşte prea multe controverse. Dar nici nu vreau să mă gândesc cu ce rezultate s-ar solda o încercare similară având drept obiect cele 20.000 de tipuri

de licheni, cu aproximaţie, cele 50.000 de specii de moluşte sau cele peste 400.000 de gândaci.

Un lucru este cert, şi anume că viaţa abundă în jurul nostru, deşi cantităţile exacte sunt doar estimări bazate pe extrapolări. Într-un bine-cunoscut exerciţiu din anii 1980, Terry Erwin de la Institutul Smithsonian a saturat un pâlc de nouăsprezece copaci din pădurea tropicală umedă din Panama cu o ceaţă insecticidă, după care a adunat tot ce îi căzuse în plase din coroane. În captura sa (de fapt, capturile, pentru că a repetat experimentul în fiecare anotimp, pentru a se asigura că prinde şi speciile migratoare) s-au numărat o mie două sute de tipuri de gândaci. Pe baza distribuţiei gândacilor în alte părţi, a numărului altor specii de copaci din pădure, a numărului de păduri din lume, a numărului de alte tipuri de insecte şi tot aşa, de-a lungul unui enorm lanţ de variabile, a ajuns la o cifră estimativă de 30 de milioane de specii de insecte pe întreaga planetă – cifră despre care mai târziu a spus că era conservatoare. Folosind aceleaşi date sau altele similare, unii au venit cu cifre de 13 milioane, 80 de milioane sau 100 de milioane de tipuri de insecte, subliniind că, indiferent cât de atent ar fi fost calculate, aceste cifre sunt, inevitabil, în aceeaşi măsură tributare ştiinţei ca şi presupunerii.

Potrivit ziarului *The Wall Street Journal*, lumea are „circa zece mii de taxonomişti în activitate” – un număr nu tocmai mare, dacă ne gândim cât de multe aşteaptă să fie categorisite. Dar *Journal* adaugă că numai aproximativ 15.000 de specii noi de toate tipurile sunt înregistrate în fiecare an, din cauza costurilor (cam 1.250 de lire sterline pe specie) şi a birocraţiei.

— Nu e o criză a biodiversităţii, este o criză a taxonomiştilor! tună Koen Maes, şeful nevertebratelor de la Muzeul Naţional Kenyan din Nairobi, belgian de origine, pe care l-am întâlnit în treacăt într-o vizită pe care am făcut-o

în Kenya în toamna lui 2002. Nu există taxonomişti specializaţi în toată Africa, mi-a spus el. Era unul prin Coasta de Fildeş, dar cred că s-a pensionat.

E nevoie de la opt până la zece ani ca să pregăteşti un taxonomist, dar niciunul nu vine în Africa.

— Ei sunt adevăratele fosile, a adăugat Maes, care urma el însuşi să fie disponibilizat la sfârşitul anului. După şapte ani petrecuţi în Kenya, contractul lui nu avea să fie reînnoit. Din lipsă de fonduri, mi-a explicat el.

Cu câteva luni înainte apăruse un articol în revista Nature în care biologul britanic G.H. Godfray observa că există „o lipsă cronică de prestigiu şi resurse” pentru taxonomiştii de pretutindeni. În consecinţă, „multe specii sunt descrise prost în publicaţii izolate, fără nicio încercare de a încadra un taxon[53] nou în speciile şi clasificările existente”. Mai mult, o mare parte din timpul taxonomiştilor se pierde nu cu descrierea speciilor noi, ci cu ordonarea celor vechi. Potrivit lui Godfray, mulţi „îşi petrec cea mai mare parte a carierei încercând să interpreteze munca sistematizatorilor din secolul al XIX-lea: demontând descrierile, de multe ori neglijente, publicate de aceştia sau scotocind prin muzeele lumii în căutarea unor dovezi aflate într-o stare proastă”. Godfray accentuează în mod special ignorarea completă a posibilităţilor de sistematizare oferite de internet. Adevărul este că, în cea mai mare parte a sa, taxonomia este încă strâns legată de hârtie.

Într-o încercare de a aduce lucrurile în era modernă, în 2001 Kevin Kelly, cofondatorul revistei Wired, a lansat o agenţie numită Fundaţia Tuturor Speciilor, cu scopul de a găsi şi de a înregistra într-o bază de date fiecare organism în viaţă. Costul unui astfel de exerciţiu a fost estimat la o sumă între 1,3 miliarde şi 30 de miliarde de lire sterline. În primăvara lui 2002, fundaţia avea numai 750.000 de lire sterline în cont şi patru angajaţi cu normă întreagă.

Dacă, după cum ne sugerează cifrele, ne-au mai rămas vreo sută de milioane de specii de insecte de descoperit, iar rata noastră de descoperire rămâne la nivelul actual, ar trebui să avem un număr final pentru insecte în ceva mai bine de cincisprezece mii de ani. Pentru restul regnului animal s-ar putea să dureze ceva mai mult.

Aşadar, de ce ştim atât de puţin? Există aproape la fel de multe motive câte animale au mai rămas de numărat, dar iată câteva dintre principalele cauze.

Majoritatea lucrurilor vii sunt mici şi uşor de pierdut din vedere. În practică, asta nu este întotdeauna un lucru rău. S-ar putea să nu mai dormiţi atât de relaxat dacă realizaţi că salteaua dumneavoastră oferă adăpost la aproape două milioane de acarieni microscopici, care ies în timpul somnului ca să ia o cină târzie din uleiurile dumneavoastră sebacee şi să se ospăteze copios cu toate acele minunate fâşiuţe crocante de piele pe care le pierdeţi în timp ce sforăiţi şi vă întoarceţi de pe o parte pe alta. Numai pe perna dumneavoastră şi-ar putea găsi adăpost vreo patruzeci de mii. (Pentru ei, capul dumneavoastră nu este altceva decât o enormă bomboană uleioasă.) Şi să nu vă imaginaţi că o faţă de pernă curată înseamnă vreo schimbare. Pentru ceva de dimensiunile cariilor de pat, ochiul din ţesătura celui mai strâns material fabricat de om arată cam cât velatura unui vapor. Iar dacă perna dumneavoastră este veche de şase ani – care se pare că este durata medie de viaţă a unei perne –, s-a estimat că o zecime din greutatea sa este formată din „piele năpârlită, acarieni vii, acarieni morţi şi fecale de acarieni”, ca să-l cităm pe cel care chiar a făcut măsurătorile, doctorul John Maunder de la Centrul Britanic de Entomologie Medicală. (Dar, cel puţin, sunt acarienii dumneavoastră. Gândiţi-vă prin ce vă răsfăţaţi de fiecare dată când vă întindeţi într-un pat de hotel.)[54] Aceşti acarieni s-au foit probabil în jurul

nostru din vremuri imemoriale, dar au fost descoperiţi abia în 1965.

Dacă fiinţele aflate într-o relaţie atât de intimă cu noi, precum acarienii de pat, ne-au scăpat neobservate până în epoca televiziunii în culori, nici nu este de mirare că majoritatea lumii la scară redusă ne este aproape necunoscută. Ieşiţi în pădure – în orice pădure –, aplecaţi-vă şi ridicaţi o mână de pământ. În acel moment veţi ţine în palmă până la zece miliarde de bacterii, majoritatea necunoscute ştiinţei. Probabil că mostra dumneavoastră va conţine de asemenea un milion de tipuri de drojdie, vreo două sute de mii de mici fungi păroşi, cunoscuţi sub numele de mucegai, până la zece mii de protozoare dintre care cel mai cunoscut e amiba, rotifere, viermi plaţi şi cilindrici, precum şi alte creaturi microscopice cunoscute colectiv sub numele descriptiv (nu taxonomic) de criptozoare. Şi o bună parte a acestora este, de asemenea, încă necunoscută.

Cel mai cuprinzător manual de microorganisme, *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (Manualul lui Bergey de bacteriologie sistematică)*, enumeră circa patru mii de tipuri de bacterii. În anii 1980, doi cercetători norvegieni, Jostein Goksøyr şi Vigdis Torsvik, au luat la întâmplare un gram de sol dintr-o pădure de fag din apropierea laboratorului lor din Bergen şi au analizat cu atenţie bacteriile din conţinutul său. Au descoperit că această minusculă mostră conţinea între 4.000 şi 5.000 de specii diferite de bacterii, mai mult decât în întregul *Manual al lui Bergey*. Apoi s-au dus către un loc de pe coastă, la câţiva kilometri depărtare, şi au luat un alt gram de pământ, doar ca să descopere că acesta conţinea între 4.000 şi 5.000 de alte specii. După cum remarca Edward O. Wilson: „Dacă în două grămăjoare de sol din două localităţi din Norvegia există peste 9.000 de tipuri de microbi, câte altele mai aşteaptă să fie descoperite în alte habitate, radical diferite?”. Păi, potrivit unor estimări, ar putea fi până la patru sute de milioane.

Nu căutăm unde trebuie. În *The Diversity of Life*, Wilson descrie cum un botanist a petrecut câteva zile răscolind zece hectare de junglă din Borneo şi a descoperit o mie de noi specii de plante cu flori – mai multe decât se găsesc în întreaga Americă de Nord. Iar plantele nu erau deloc greu de găsit. Doar că nimeni nu mai căutase acolo până la el. Koen Maes de la Muzeul Naţional Kenyan mi-a spus că s-a dus într-o pădure din nori, cum sunt numite în Kenya pădurile de pe vârful munţilor, şi într-o jumătate de oră de „căutare nu deosebit de atentă” a descoperit patru specii noi de miriapode, între care trei reprezentau genuri noi, şi o nouă specie de copaci. „Un copac mare”, a adăugat el şi şi-a rotunjit braţele de parcă se pregătea să danseze cu un partener foarte gras. Pădurile din nori se găsesc pe vârfurile platourilor şi uneori au stat izolate vreme de milioane de ani. „Ne oferă climatul ideal pentru biologie, iar noi abia dacă le-am studiat”, a completat el.

În ansamblu, pădurile tropicale umede acoperă numai 6% din suprafaţa Pământului, dar adăpostesc mai bine de jumătate din viaţa animală şi circa două treimi din plantele cu flori de pe planetă – iar aceste forme de viaţă ne rămân în mare parte necunoscute, pentru că prea puţini cercetători au venit să le studieze. Şi aş vrea să subliniez că o bună parte din cele de aici ar putea fi destul de valoroase. Cel puţin 99% dintre plantele cu flori nu au fost testate niciodată pentru verificarea proprietăţilor lor medicinale. Întrucât nu pot fugi de prădători, plantele au fost obligate să îşi inventeze mecanisme complicate de protecţie chimică, prin urmare sunt deosebit de bogate în componente interesante. Chiar şi acum, aproape un sfert dintre toate medicamentele prescrise sunt derivate din numai patruzeci de plante, iar alte şaisprezece procente provin de la animale sau microbi, prin urmare, cu fiecare hectar de pădure defrişat ne supunem unui risc serios de a pierde şanse spectaculoase pentru medicină. Folosind o

metodă numită chimie combinatorie, specialiştii pot genera concomitent în laborator 40.000 de compuşi, dar aceste produse sunt aleatorii şi adesea inutile, în vreme ce orice moleculă naturală va fi trecut deja ceea ce The Economist numeşte „programul de testare suprem: peste trei miliarde şi jumătate de ani de evoluţie”.

Însă cercetarea necunoscutului nu se rezumă doar la a călători în locuri îndepărtate sau greu accesibile. În cartea sa *Life: An Unauthorised Biography*, Richard Fortey scria cum o bacterie străveche a fost găsită pe zidul unei taverne de la ţară, „unde bărbaţii urinaseră generaţii la rând” – descoperire care ar părea să necesite neobişnuit de mult noroc *combinat* cu devotament şi probabil vreo altă calitate nespecificată.

Nu există suficienţi specialişti. Numărul lucrurilor ce trebuie descoperite, examinate şi înregistrate depăşeşte cu mult rezerva de cercetători disponibili pentru această sarcină. Să luăm exemplul stoicelor, dar prea puţin cunoscutelor organisme bdelloidea din filumul Rotifera. Aceste animale microscopice pot supravieţui aproape în orice condiţii. Când acestea sunt aspre, ele se încovrigă într-o formă compactă, îşi opresc metabolismul şi aşteaptă vremuri mai bune. În această stare, le puteţi arunca în apă fiartă sau le puteţi îngheţa aproape de zero absolut – adică nivelul la care chiar şi atomii cedează –, iar când tortura s-a încheiat şi se întorc într-un mediu mai plăcut, se desfac şi îşi continuă viaţa ca şi cum nu s-ar fi întâmplat nimic. Până acum au fost identificate circa 500 de specii (deşi alte surse spun 360), dar nimeni nu ştie, nici măcar cu aproximaţie, cât de multe ar putea fi în total. Ani de-a rândul, aproape tot ce s-a ştiut despre ele se datora muncii unui amator devotat, un paracliser care le-a studiat în timpul său liber, pe nume David Bryce. Plantele se găsesc peste tot în lume, dar specialişti... Ai putea aduna toţi specialiştii care se

ocupă de ele la o singură masă şi nu ar trebui să împrumuţi farfurii din vecini.

Chiar şi creaturile importante şi omniprezente precum fungii (iar fungii chiar sunt şi una, şi cealaltă) atrag relativ puţină atenţie. Fungii sunt peste tot, au o mulţime de forme – de ciuperci, de mucegai, de fermenţi, ca să numim doar câteva dintre ele – şi există în volume pe care prea puţini dintre noi le bănuiesc. Dacă adunăm toţi fungii dintr-un hectar obişnuit de păşune, vom avea 2.800 kg. Nu le-am putea numi lipsite de greutate. Fără ciuperci nu ar exista mana cartofului, nici boala ulmului, nici mâncărimea din cauza bolii *tinea pedis*, dar nici iaurturi, bere sau brânzeturi. Au fost identificate în total circa 70.000 de specii de fungi, dar se crede că numărul total ar ajunge până la 1,8 milioane. Există o grămadă de micologi care lucrează în industrie, făcând iaurturi, brânzeturi şi altele, prin urmare, este greu de spus câţi dintre ei sunt implicaţi activ în cercetare, dar putem afirma fără să greşim că există mai multe specii de fungi de descoperit decât specialişti care să le descopere.

Lumea este cu adevărat mare. Călătoriile cu avionul şi alte forme de comunicare ne-au păcălit să credem că lumea nu este chiar aşa de mare, dar la nivelul solului, acolo unde lucrează cercetătorii, ea este de fapt enormă – suficient de uriaşă, încât să ne producă numeroase surprize. Despre okapi (*Okapia johnstoni*), cea mai apropiată rudă în viaţă a girafei, se ştie acum că există într-un număr substanţial în pădurile tropicale umede din Zair – populaţia totală este estimată la aproximativ 30.000 – şi totuşi existenţa sa nu a fost nici măcar bănuită până în secolul XX. Enorma pasăre nezburătoare din Noua Zeelandă numită takahē (*Notornis mantelli*) a fost considerată dispărută vreme de două sute de ani, până când s-a descoperit că trăieşte încă într-o zonă furtunoasă de pe Insula de Sud. În 1995, o echipă de cercetători francezi şi britanici plecaţi în Tibet, care s-au

rătăcit într-o furtună de zăpadă într-o vale îndepărtată, a dat peste o rasă de cai numită riwoche (de la numele văii), care anterior fusese cunoscută numai din anticele desene din peşteri. Locuitorii văii au fost uluiţi să afle că acest cal este considerat o raritate în restul lumii.

Unii consideră că ne aşteaptă încă surprize şi mai mari. „Un etnobiolog britanic de frunte”, scria The Economist în 1995, „crede că megateriul, un fel de leneş gigantic de pământ, care ar putea ajunge la înălţimea unei girafe... ar putea bântui prin vastitatea bazinului amazonian”. Poate este semnificativ faptul că numele etnobiologului nu a fost menţionat, dar şi mai semnificativ poate fi faptul că nu s-a mai auzit nimic de el sau de leneşul său gigantic. Nimeni însă nu poate spune cu certitudine că această vietate nu există până când nu este investigată fiecare bucăţică de junglă, iar noi suntem departe de a fi făcut acest lucru.

Dar chiar dacă am echipa mii de lucrători de teren şi i-am expedia în cele mai îndepărtate colţuri ale lumii, efortul nu ar fi suficient, pentru că viaţa îşi face loc peste tot pe unde poate. Extraordinara fecunditate a vieţii este uluitoare, chiar măgulitoare, dar şi problematică. Pentru a o trece în revistă în totalitatea sa, ar trebui să răsturnăm fiecare piatră, să răscolim solul din fiecare pădure, să cernem cantităţi inimaginabile de nisip şi praf, să ne căţărăm în coroana fiecărui copac şi să inventăm modalităţi mult mai eficiente de a cerceta mările. Chiar şi atunci, tot am rata ecosisteme întregi. În anii 1980, speologii amatori au pătruns într-o peşteră adâncă din România, care fusese izolată de lumea din afară o lungă perioadă, chiar dacă nu se ştie exact cât de lungă, şi au descoperit treizeci şi trei de specii de insecte şi alte creaturi mici – păianjeni, miriapode, păduchi –, toate oarbe, incolore şi necunoscute ştiinţei. Se hrăneau cu microbii din stratul de suprafaţă al ochiurilor de apă, microbi care la rândul lor se hrăneau cu sulfat acid din izvoarele calde.

S-ar putea ca instinctul nostru să ne îndemne să privim imposibilitatea de a descoperi şi de a analiza totul drept frustrantă, demoralizantă şi poate chiar dezarmantă, dar la fel de bine o putem considera o mănuşă aruncată, care ne forţează limitele. Trăim pe o planetă cu o capacitate aproape infinită de a ne surprinde, dar oare ce persoană cu judecată şi-ar putea dori ca lucrurile să stea altfel?

Şi dacă facem un tur printre atât de variatele discipline ale ştiinţei moderne, aproape întotdeauna cel mai şocant este să îţi dai seama cât de mulţi oameni au fost dispuşi să-şi dedice întreaga viaţă unor direcţii de cercetare de un ezoterism extravagant. Într-unul din eseurile sale, Stephen Jay Gould nota că unul dintre eroii săi, pe nume Henry Edward Crampton, şi-a petrecut cincizeci de ani, din 1906 până la moartea sa în 1956, studiind în linişte un gen de melci de pământ numit Partula din Polinezia. Iar şi iar, an după an, Crampton a măsurat până în cel mai minuscul detaliu – până la numere cu opt zecimale – unduirile, răsucirile şi curbele delicate a nenumăraţi Partula, combinând rezultatele în tabele detaliate până la enervare. Un singur rând de text dintr-un tabel al lui Crampton ar putea reprezenta rezultatul unor măsurători şi calcule de săptămâni întregi.

O idee mai puţin absorbit şi cu certitudine mult mai surprinzător a fost Alfred C. Kinsey, devenit celebru pentru studiile sale asupra sexualităţii umane din anii 1940 şi 1950. Înainte ca sexul să-i invadeze creierul, ca să spunem aşa, Kinsey a fost entomolog, şi încă unul devotat. Într-o expediţie care a durat doi ani, a mers pe jos 4.000 km ca să obţină o colecţie de 300.000 de viespi. Cu câte înţepături s-o fi ales în acest timp cu regret vă spun că nu a numărat nimeni.

O întrebare care pe mine m-a nedumerit dintotdeauna este cum se reuşeşte asigurarea unei succesiuni în aceste domenii misterioase. Îmi imaginez că nu pot fi prea multe instituţii în lume care solicită sau sunt pregătite să

finanţeze specialişti în ciripede sau melci de Pacific. Pe când ne luam rămas-bun la Muzeul de Istorie Naturală din Londra, l-am întrebat pe Richard Fortey cum reuşeşte ştiinţa să se asigure că, atunci când dispare o persoană, există o altă persoană gata să-i ia locul.

A chicotit, amuzat copios de naivitatea mea.

— Mă tem că nu avem înlocuitori care stau pe undeva pe o bancă şi aşteaptă să fie chemaţi să-şi intre în rol. Atunci când un specialist se pensionează sau, într-un caz şi mai nefericit, moare, se poate întâmpla ca lucrurile să ia o pauză în domeniu, uneori pentru o perioadă destul de lungă.

— Şi presupun că, din acest motiv, apreciaţi în mod deosebit o persoană care îşi petrece patruzeci şi doi de ani studiind o singură specie de plante, chiar dacă nu aduce nicio noutate teribilă în domeniu?

— Întocmai, mi-a spus el, întocmai.

Şi chiar părea să vorbească serios.

Capitolul 24

Celulele

Totul începe cu o singură celulă. Prima celulă se divizează formând două, cele două devin apoi patru şi aşa mai departe. După numai patruzeci şi şapte de astfel de diviziuni, corpul dumneavoastră are o sută patruzeci de mii de mii de miliarde (140.000.000.000.000.000) de celule gata să ia startul ca fiinţă umană[55]. Şi fiecare dintre aceste celule ştie exact ce are de făcut pentru a vă proteja şi a vă alimenta din momentul conceperii până când vă daţi ultima suflare.

Nu aveţi niciun secret faţă de celulele dumneavoastră. Ele ştiu mult mai multe despre dumneavoastră decât ştiţi dumneavoastră înşivă. Fiecare dintre ele conţine o copie integrală a codului genetic – manualul de utilizare al corpului dumneavoastră –, prin urmare, ştie să îndeplinească nu doar treaba care îi revine, ci şi orice altă funcţie din organism. Nu va trebui niciodată, pe parcursul întregii vieţi, să-i amintiţi unei celule să-şi supravegheze nivelurile de adenozintrifosfat sau să plaseze corespunzător infuzia în exces de acid folic cu care s-a trezit pe cap pe neaşteptate. Va rezolva singură aceste lucruri şi multe alte milioane în plus.

Fiecare celulă din natură este un miracol. Chiar şi cele mai simple depăşesc cu mult orice limită a ingeniozităţii umane. De exemplu, pentru a forma cea mai primitivă celulă de drojdie, ar trebui să luăm un număr de componente aproximativ egal cu cele care alcătuiesc un avion de linie Boeing 777, să le miniaturizăm şi să le îndesăm într-o sferă cu un diametru de aproximativ cinci microni; apoi ar trebui să reuşim cumva să convingem sfera să se reproducă.

Dar, prin comparaţie cu celulele umane, celulele de drojdie sunt neînsemnate, pentru că cele umane nu sunt

doar mai variate şi mai complicate, ci şi mult mai fascinante, graţie interacţiunilor lor complexe.

Celulele dumneavoastră alcătuiesc o ţară cu zece mii de mii de miliarde de locuitori, fiecare dintre ei dedicându-se bunăstării dumneavoastră generale, dar pe o arie cu o specializare strictă. Nu există lucru pe care ele să nu-l facă pentru dumneavoastră. Vă permit să simţiţi plăcerea şi să formaţi gânduri, să staţi în picioare, să vă întindeţi şi să zburdaţi. Când mâncaţi, ele extrag substanţele nutritive, distribuie energia şi scapă de reziduuri – toate acele lucruri despre care aţi învăţat în şcoală la biologie – , dar, de asemenea, îşi amintesc să vă facă să simţiţi mai întâi foamea şi să vă recompenseze cu o stare de bine după ce mâncaţi, astfel încât să nu uitaţi să mâncaţi şi data viitoare. Ele întreţin creşterea permanentă a părului, urechile bine cerate şi creierul torcând liniştit ca o pisicuţă. Ele administrează fiecare colţişor al fiinţei dumneavoastră şi vă sar în apărare la primul semn de primejdie. Îşi dau viaţa fără ezitare pentru dumneavoastră –, miliarde de celule chiar fac acest lucru zilnic. Şi niciodată în toţi aceşti ani de viaţă nu i-aţi mulţumit nici măcar uneia dintre ele. Să ne oprim acum un moment ca să le privim cu mirarea şi aprecierea pe care le merită.

Înţelegem prea puţin cum de reuşesc celulele să facă ceea ce fac – cum depozitează grăsimea, cum produc insulina sau se implică în numeroase alte acte necesare pentru a menţine o entitate complicată ca dumneavoastră –, chiar foarte puţin. Aveţi cel puţin două sute de mii de tipuri diferite de proteine care lucrează în interiorul dumneavoastră, iar până acum abia dacă pricepem ce fac cel mult 2% dintre ele. (Alţii plasează cifra mai aproape de 50%, în funcţie, se pare, de ceea ce înţelegem prin „a pricepe”.)

La nivel celular, surprizele răsar la fiecare pas. În natură, oxidul de azot este o toxină puternică şi o componentă frecventă a poluanţilor din aer. De aceea, cercetătorii au

fost surprinşi, cum era şi firesc, când au descoperit, pe la mijlocul anilor 1980, că acesta este produs cu o stranie rigurozitate în celulele umane. În ce scop este el produs? La început a fost un mister, dar apoi cercetătorii au început să-l găsească peste tot – controlând fluxul sangvin şi nivelurile de energie ale celulelor, atacând celulele canceroase şi alţi agenţi patogeni, reglând simţul mirosului, chiar ajutând la erecţia masculină. De asemenea, explică de ce nitroglicerina, bine-cunoscutul explozibil, calmează durerile de inimă numite angină. (Este transformată în oxid de azot în fluxul sangvin, relaxând muşchii de-a lungul vaselor şi permiţându-i sângelui să circule mai uşor.) Într-un singur deceniu, această substanţă gazoasă a trecut de la statutul de toxină periculoasă la cel de elixir universal.

Sunteţi posesorii „câtorva sute bune” de tipuri diferite de celule, potrivit biochimistului belgian Christian de Duve, iar acestea au o enormă varietate de forme şi dimensiuni, de la celulele nervoase ale căror dendrite se pot extinde până la mai mult de un metru la micuţele globule roşii din sânge, în formă de disc, sau la fotocelulele cu bastonaşe care ne ajută să vedem. De asemenea, au o gamă de-a dreptul extravagantă de dimensiuni – şi nicăieri contrastul nu este mai uluitor decât în momentul concepţiei, când un unic spermatozoid agitat se confruntă cu un ovul de 85.000 de ori mai mare ca el. Trebuie să recunoaştem că aceasta conferă noţiunii de cucerire masculină o perspectivă cu totul nouă. În medie însă, o celulă umană are un diametru de circa douăzeci de microni, cam a două suta parte dintr-un milimetru –, mult prea mică pentru a fi observată, însă suficient de spaţioasă pentru a conţine mii de structuri complicate precum mitocondriile şi milioane de molecule. În sensul cel mai literal, celulele au niveluri diferite de viaţă. Toate celulele pielii dumneavoastră sunt moarte. Ideea că fiecare centimetru de pe suprafaţa dumneavoastră e mort devine oarecum supărătoare. Dacă sunteţi un adult

de dimensiuni medii, căraţi după dumneavoastră un bagaj de vreo două kilograme şi ceva de piele moartă, din care, în fiecare zi, se exfoliază câteva miliarde de fragmente minuscule. Dacă treceţi cu degetul peste un raft prăfuit, probabil că stratul de praf este alcătuit în cea mai mare parte din piele veche.

Majoritatea celulelor vii rareori trăiesc mai mult de o lună, în medie, dar există şi excepţii notabile. Celulele hepatice pot supravieţui ani de zile, deşi componentele lor sunt reînnoite o dată la câteva zile. Celulele creierului trăiesc atât cât trăiţi şi dumneavoastră. La ieşirea de pe linia de producţie, aveţi circa o sută de miliarde şi asta e tot ce veţi primi. S-a estimat că pierdeţi circa cinci sute pe oră, prin urmare, dacă ştiţi că trebuie să vă gândiţi la lucruri importante, chiar nu aveţi niciun moment de pierdut. Vestea bună este că elemente individuale din celulele creierului sunt reînnoite permanent, astfel încât sunt puţine şanse ca vreunul dintre ele să fie mai vechi de o lună. Mai mult, s-a sugerat chiar că absolut nicio bucăţică din noi – nici măcar o moleculă rătăcită – nu exista acum nouă ani. La nivel celular, cu toţii suntem copii, chiar dacă nu ne simţim astfel.

Prima persoană care a descris o celulă a fost Robert Hooke, cel care, la ultima noastră întâlnire cu el, se ciorovăia cu Isaac Newton pe tema cui îi revine meritul de a fi descoperit că forţa de atracţie dintre două corpuri este invers proporţională cu pătratul distanţei dintre ele. În cei şaizeci şi opt de ani de viaţă, Hooke a realizat multe – a fost atât un teoretician capabil, cât şi pasionat de construirea unor instrumente ingenioase şi folositoare –, dar nimic din cele izbutite nu i-a adus atâta faimă precum cartea sa *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses (Micrografia sau câteva descrieri fiziologice ale unor trupuri miniaturale descoperite prin lupă),* publicată în 1665. Aceasta a

dezvăluit unui public fermecat un univers al celor foarte mici care era mult mai divers, mai populat şi mai complex structurat decât şi-ar fi putut imagina cineva vreodată.

Printre trăsăturile microscopice pe care le-a identificat Hooke pentru prima dată se aflau micuţele camere din plante pe care el le-a numit „celule", întrucât îi aminteau de chiliile călugărilor, care semănau cu nişte celule. Hooke a calculat că şase centimetri pătraţi de plută ar conţine 1.259.712.000 de astfel de cămăruţe minuscule – era pentru prima dată când în ştiinţă apărea un număr atât de mare. La acel moment, microscopul fusese deja inventat cu o generaţie înainte, dar ceea ce îl distingea pe al lui Hooke era măiestria sa tehnică. Acesta mărea de treizeci de ori, fiind ultimul răcnet în materie de tehnologie optică a secolului al XVII-lea.

Prin urmare, toată lumea a fost destul de surprinsă când, numai un deceniu mai târziu, Hooke şi alţi membri ai Academiei Regale din Londra au început să primească desene şi rapoarte de la un ţesător de pânză analfabet din oraşul olandez Delft, în care apăreau măriri de până la 275 de ori. Numele acestui ţesător era Antoni van Leeuwenhoek. Deşi lipsit de o educaţie formală şi de orice pregătire ştiinţifică, el era un observator atent şi un geniu al tehnicii.

Nici până în ziua de azi nu se ştie cum a obţinut măriri atât de impresionante cu instrumente atât de simple, de dimensiuni reduse, cât să le cuprinzi în mână, nu mai mult decât nişte ştifturi modeste din lemn cu câte o minusculă bucăţică de sticlă încrustată în ele, mult mai asemănătoare cu o lupă decât cu ceea ce ne imaginăm noi în mod obişnuit că este un microscop. Leeuwenhoek a confecţionat câte un instrument nou pentru fiecare experiment pe care l-a desfăşurat şi era extrem de secretos în privinţa tehnicilor sale, chiar dacă uneori le-a dat britanicilor câteva ponturi despre îmbunătăţirea rezoluţiei[56].

De-a lungul unei perioade de cincizeci de ani – începând, cu totul remarcabil, când el avea deja peste patruzeci de ani –, Leeuwenhoek a trimis aproape două sute de rapoarte către Academia Regală, toate scrise în olandeză, singura limbă pe care o stăpânea foarte bine. Nu a oferit nicio interpretare, doar date despre ceea ce descoperise, însoţite de desene foarte detaliate. A trimis rapoarte despre aproape orice putea fi examinat cu un oarecare folos – mucegaiul de pâine, acul de albină, celule sangvine, păr, dinţi, propria salivă, excremente şi spermă (acestea din urmă, cu cele mai laborioase scuze pentru inevitabila lor natură vulgară) –, aproape toate cercetate la microscop pentru prima oară.

După ce a înştiinţat că a descoperit „animalcule” într-o mostră de supă în 1676, membrii Academiei Regale au petrecut un an în căutarea „micilor animale”, folosind cele mai bune instrumente pe care le putea produce tehnologia britanică, până să obţină grosismentul potrivit. Ceea ce descoperise Leeuwenhoek erau protozoarele. A calculat că existau 8.280.000 de astfel de fiinţe minuscule într-o singură picătură de apă – mai multe decât numărul locuitorilor din Olanda. Lumea clocotea de viaţă sub forme şi în cantităţi pe care nimeni nu le bănuise vreodată.

Inspiraţi de descoperirile fantastice ale lui Leeuwenhoek, au început şi alţii să tragă cu ochiul prin microscop, cu o asemenea îndârjire, încât uneori vedeau lucruri care de fapt nu existau. Un respectat observator olandez, Nicolaus Hartsoecker, era convins că a văzut „oameni minusculi gata formaţi” în celulele spermatice. A numit micuţele creaturi „homunculi” şi, o vreme, mulţi au crezut că toate fiinţele umane – ba chiar toate creaturile – nu erau nimic altceva decât versiuni mult expandate ale unor fiinţe precursoare minuscule, dar pe deplin formate. Uneori, Leeuwenhoek însuşi se lăsa purtat de valul entuziasmului. Într-unul din cele mai nereuşite experimente ale sale, a încercat să studieze proprietăţile explozive ale prafului de puşcă

urmărind o mică explozie de aproape şi reuşind aproape să se orbească singur.

În 1683, Leeuwenhoek a descoperit bacteriile – şi cam pe aici avea să se oprească progresul pentru următorul secol şi jumătate, din cauza limitelor de care se lovea tehnologia microscopului. Abia în 1831 avea să fie observat pentru prima dată nucleul unei celule, descoperit de botanistul scoţian Robert Brown, acest vizitator frecvent, dar întotdeauna fantomatic al istoriei ştiinţei. Brown, care a trăit între 1773 şi 1858, l-a numit nucleu de la latinescul nucula, care înseamnă nucă mică sau sâmbure. Abia în 1839 s-a găsit o persoană care să îşi dea seama că absolut toată materia vie este alcătuită din celule. Cel căruia i-a trecut prima dată prin minte acest lucru a fost un neamţ, Theodor Schwann. Şi a fost doar o descoperire târzie în istoria ştiinţei, dar nici măcar atunci nu a fost primită cu braţele deschise. Abia în 1860, după o serie de cercetări revoluţionare ale lui Louis Pasteur în Franţa, s-a dovedit în mod concludent că viaţa nu poate apărea spontan şi că nu poate lua naştere decât din celule preexistente. Această convingere a devenit cunoscută sub numele de „teoria celulară” şi constituie în prezent baza întregii biologii moderne.

Celula a fost comparată cu nenumărate lucruri, de la „o rafinărie chimică complexă” (expresia îi aparţine fizicianului James Trefil) la o „vastă metropolă-furnicar” (biochimistul Guy Brown). O celulă poate fi ambele lucruri şi, în acelaşi timp, niciunul. Este ca o rafinărie pentru că dezvoltă o activitate chimică la scară largă şi seamănă cu o metropolă deoarece este aglomerată, veşnic în activitate şi roieşte de interacţiuni care par confuze şi întâmplătoare, dar care, în mod cert, se ordonează într-un sistem. Însă este mult mai haotică decât orice fabrică sau oraş pe care le-aţi văzut vreodată, un adevărat coşmar. În primul rând, la nivel celular nu există un nivel superior sau inferior

(gravitaţia nu are niciun efect semnificativ la nivel celular) şi nu rămâne spaţiu nefolosit nici măcar cât ocupă un atom. Peste tot se întâmplă câte ceva, totul e un neîncetat freamăt de energie electrică. Pentru că, chiar dacă se prea poate să nu vă simţiţi deosebit de electrici, în realitate sunteţi în întregime electricitate. Mâncarea pe care o consumăm şi oxigenul pe care-l respirăm se transformă, la nivelul celulelor, în energie electrică. Motivul pentru care nu ne inducem unul altuia şocuri masive sau nu ardem canapeaua atunci când ne aşezăm este acela că totul se petrece la o scară minusculă: abia 0,1 volţi, care se deplasează pe distanţe măsurate în nanometri. Însă dacă mărim scara, aceasta se traduce printr-o scuturătură măsurată la douăzeci de milioane de volţi pe metru, cam aceeaşi sarcină electrică pe care o duce cu sine o furtună.

Indiferent de forma şi dimensiunea lor, aproape toate celulele dumneavoastră sunt construite în esenţă cam după aceeaşi structură: au la exterior un înveliş sau o membrană, în interior un nucleu în care se regăseşte informaţia genetică necesară pentru buna dumneavoastră funcţionare, iar între ele un spaţiu foarte activ, numit citoplasmă. Membrana nu este un înveliş rezistent, ca un fel de cauciuc, ceva prin care nu poţi trece decât cu un ac ascuţit, aşa cum îşi închipuie cei mai mulţi dintre noi. De fapt, este alcătuită dintr-un fel de material gras numit lipidă, care are o consistenţă „cam ca a unui ulei de motor mai subţire”, ca să-l citĂm pe Sherwin B. Nuland. Dacă inconsistenţa ei vă surprinde, amintiţi-vă că, la nivel celular, toate lucrurile se comportă diferit. La nivel molecular, apa devine un fel de gel consistent, iar o lipidă aduce mai degrabă cu fierul.

Dacă aţi putea vizita o celulă, nu v-ar plăcea ce aţi vedea. Dacă am mări-o la o scară pe care un atom ar avea aproximativ dimensiunile unei boabe de mazăre, celula însăşi ar fi cam cât o sferă cu diametrul de 800 m, susţinută de un cadru complex de grinzi numit citoschelet. În

interiorul acesteia, milioane şi milioane de obiecte – unele cât mingile de baschet, altele cât o maşină – ar vâjâi încoace şi încolo ca nişte gloanţe. Nu aţi găsi niciun locşor în care să staţi fără să fiţi lovit de mii de ori pe secundă din toate direcţiile. Chiar şi pentru ocupanţii săi permanenţi, interiorul unei celule reprezintă un loc periculos. Fiecare secvenţă de ADN este atacată sau vătămată în medie o dată la fiecare 8,4 secunde – de zece mii de ori pe zi – de substanţe chimice şi de alţi agenţi care se reped în ea sau pur şi simplu trec prin ea nepăsători, iar fiecare dintre aceste răni trebuie imediat cusută şi bandajată, astfel încât celula să nu piară.

Proteinele, în special, au o vivacitate nemaipomenită: se învârt, pulsează şi se lovesc unele de altele în zbor de până la un miliard de ori pe secundă. Enzimele, care la rândul lor sunt un tip de proteină, se reped în toate direcţiile, îndeplinind până la o mie de sarcini pe secundă. Asemenea unor furnici lucrătoare la viteză maximă, ele sunt permanent ocupate să construiască şi să reconstruiască molecule, ciupind o bucăţică din una, mai adăugând o bucăţică la cealaltă etc. Altele monitorizează proteinele în trecere şi le marchează cu o substanţă chimică pe cele care sunt afectate ireparabil sau corupte. După ce au fost astfel selecţionate, proteinele condamnate ajung într-o structură numită proteazom, unde sunt descompuse bucăţică cu bucăţică, iar componentele lor sunt folosite pentru a produce proteine noi. Unele tipuri de proteine rezistă mai puţin de o jumătate de oră, altele pot supravieţui săptămâni de-a rândul. Dar absolut toate îşi duc existenţa cu o inimaginabilă frenezie. După cum notează de Duve, „lumea moleculară trebuie să rămână în totalitate dincolo de graniţele imaginaţiei noastre datorită vitezei incredibile cu care se petrec lucrurile în interiorul ei”.

Dar dacă încetinim procesele până la o viteză la care interacţiunile devin observabile, lucrurile încep să nu ni se mai pară atât de descumpănitoare. Începem să observăm

că o celulă înseamnă pur şi simplu milioane de obiecte – lizozomi, endozomi, ligande, ribozomi, peroxizomi, proteine de toate formele şi dimensiunile – care se ciocnesc de milioane de alte obiecte şi îndeplinesc sarcini dintre cele mai banale: extrag energie din substanţele nutritive, asamblează structuri, scapă de reziduuri, alungă invadatori, trimit şi primesc mesaje, fac reparaţii. În mod normal, o celulă ar trebui să conţină cam douăzeci de mii de tipuri diferite de proteine, iar dintre acestea, circa două mii de tipuri vor fi reprezentate prin cel puţin cincizeci de mii de molecule fiecare. Nuland ne spune că „aceasta înseamnă că fie şi dacă am număra numai acele molecule prezente în cantităţi mai mari de cincizeci de mii fiecare, tot ajungem la un total minim de o sută de milioane de molecule de proteine în fiecare celulă. Această cifră năucitoare ne ajută să ne facem cât de cât o idee despre imensul furnicar de activitate biochimică ce are loc în interiorul nostru”.

Este un proces neînchipuit de solicitant. Inima dumneavoastră trebuie să pompeze 343 l de sânge pe oră, adică peste 8.000 l pe zi, însemnând 3.000.000 l pe an – o cantitate suficientă pentru a umple patru piscine olimpice –, pentru a asigura o oxigenare corespunzătoare tuturor acelor celule. (Iar acestea se referă doar la perioadele de odihnă. În timpul exerciţiilor fizice, ritmul bătăilor inimii poate creşte de până la şase ori.) Oxigenul este preluat de mitocondrii. Acestea sunt centralele energetice ale celulei şi există în număr de circa o mie în fiecare celulă, dar să reţinem însă că numărul lor variază considerabil în funcţie de ceea ce face acea celulă şi de câtă energie are nevoie.

Dacă vă mai amintiţi, într-un capitol anterior spuneam că se crede despre mitocondrii că se trag din bacterii captive care trăiesc acum pe post de chiriaşi în celulele noastre, conservându-şi propriile instrucţiuni genetice, divizându-se după propriul program, practic, vorbind propria limbă. Poate că vă mai amintiţi, de asemenea, că suntem la mâna

lor. Şi iată de ce. Practic, toată hrana şi tot oxigenul pe care le introduceţi în organism, după procesare, sunt livrate mitocondriilor, care le transformă într-o moleculă numită adenozintrifosfat – sau ATP.

Se prea poate să nu fi auzit niciodată de ATP, dar el este cel care vă menţine în acţiune. Moleculele de ATP sunt în esenţă nişte mici baterii care se mişcă prin celulă şi îi livrează energie pentru toate procesele celulare, care nu sunt deloc puţine. Aproape în orice moment, o celulă obişnuită din corpul dumneavoastră deţine circa un miliard de molecule de ATP, iar în aproximativ două minute fiecare dintre ele va fi fost secată de energie, iar altele un miliard le vor fi luat locul. În fiecare zi produceţi şi epuizaţi un volum de ATP echivalent cu circa jumătate din greutatea corpului dumneavoastră. Simţiţi căldura pielii? Acesta e semnul că moleculele de ATP sunt în plină activitate.

Când celulele nu mai sunt folositoare, ele mor cu ceea ce nu se poate numi decât o măreaţă demnitate. Îşi distrug toate punţile şi proptelele care le ţin la un loc şi îşi devorează în tăcere părţile componente. Procesul este cunoscut sub numele de moartea programată a celulei sau apoptoză. În fiecare zi miliarde de celule mor spre binele dumneavoastră şi miliarde de alte celule vin să cureţe după ele. Dar celulele pot muri şi violent, ca atunci când sunt infectate, de exemplu, dar majoritatea mor pentru că aşa li se spune. Mai mult chiar, dacă nu li se spune să trăiască – dacă nu primesc vreun tip de instrucţiune activă din partea unei alte celule –, celulele se autodistrug automat. Celulele au nevoie de multă încurajare.

Atunci când celulele nu mor în maniera programată, cum se mai întâmplă uneori, şi încep în schimb să se dividă şi să prolifereze nebuneşte, rezultatul se numeşte cancer. Celulele canceroase nu sunt nimic altceva decât celule confuze. Celulele fac această greşeală destul de frecvent, dar organismul şi-a elaborat mecanisme prin care să se ocupe de ele, de aceea doar rareori situaţia scapă de sub

control. În medie, la oameni apare o transformare malignă fatală la fiecare sută de milioane de miliarde de divizări celulare. Cancerul este un ghinion în cel mai pur sens al cuvântului.

Minunea celulelor nu vine din aceea că, ocazional, lucrurile o iau razna, ci din faptul că reuşesc să îşi deruleze activitatea firesc, decenii de-a rândul. Reuşesc acest lucru prin trimiterea şi monitorizarea permanentă a unor valuri de mesaje – o adevărată cacofonie de mesaje – prin tot corpul: instrucţiuni, întrebări, corecţii, cereri de asistenţă, modernizări, notificări de diviziune sau deces. Cele mai multe dintre aceste semnale sosesc prin intermediul unor curieri numiţi hormoni, entităţi chimice precum insulina, adrenalina, estrogenul sau testosteronul, care transmit informaţii din avanposturi îndepărtate precum tiroida sau glandele endocrine. Alte mesaje sosesc prin telegraf de la creier sau din alte centre regionale, într-un proces numit semnalizare paracrină. Şi, în sfârşit, celulele comunică direct cu vecinii lor, pentru a se asigura că activităţile lor sunt într-o perfectă coordonare.

Probabil cel mai remarcabil este faptul că totul e doar o activitate frenetică şi aleatorie, o suită de nesfârşite întâlniri, ghidată numai de regulile elementare ale atracţiei şi respingerii. Este un lucru cert că în spatele acţiunilor celulelor nu se află nicio entitate gânditoare. Totul se întâmplă pur şi simplu, lin, repetat şi cu o predictibilitate de care rareori suntem măcar conştienţi; cu toate acestea, cumva, ele duc nu doar la o ordine interioară a celulei, ci şi la o armonie perfectă a întregului organism. Pe căi pe care noi abia dacă am început să le înţelegem, miliarde şi miliarde de reacţii chimice reflexe se reunesc pentru a da naştere unui om mobil, gânditor şi capabil să ia decizii – sau, că tot veni vorba, unui mai puţin gânditor, dar la fel de bine organizat gândac de bălegar. Nu uitaţi niciodată că orice fiinţă vie este o minune a ingineriei atomice.

Mai mult chiar, există organisme pe care noi le considerăm primitive şi care beneficiază de un nivel de structurare celulară pe lângă care al nostru pare insipid şi neglijent de-a dreptul. Încercaţi să dezasamblaţi celulele unui burete trecându-le printr-o sită, apoi puneţi-le într-o soluţie şi veţi vedea cum îşi croiesc drum înapoi şi se reorganizează, devenind din nou un burete. Le puteţi supune acestui tratament la nesfârşit, iar ele vor continua cu încăpăţânare să se reasambleze, pentru că, la fel ca dumneavoastră, ca mine şi ca oricare altă fiinţă vie, sunt mânate de un unic impuls irezistibil: acela de a continua să existe.

Şi aceasta din cauza unei molecule curioase, încăpăţânate, prea puţin cunoscute şi înţelese, care nici măcar nu este ea însăşi vie şi care în cea mai mare parte a timpului nu face absolut nimic. O numim ADN, iar pentru a începe să-i înţelegem importanţa, trebuie să ne întoarcem în urmă cu aproximativ o sută şaizeci de ani, în Anglia victoriană, în momentul în care naturalistul Charles Darwin a avut ceea ce s-a numit „cea mai bună idee de sine stătătoare care i-a venit cuiva vreodată" – pentru ca apoi, din motive ce trebuie întru câtva explicate, să o pună sub cheie, într-un sertar, vreme de cincisprezece ani.

Capitolul 25

Noţiunea singulară a lui Darwin

Pe la sfârşitul verii sau începutul toamnei lui 1859, Whitwell Elwin, editorul respectatului jurnal britanic *Quarterly Review*, a primit un exemplar semnal al unei noi cărţi scrise de naturalistul Charles Darwin. Elwin a citit cartea cu interes şi a fost de acord că este meritorie, dar s-a temut că subiectul ei cuprinzând o arie mult prea restrânsă nu ar atrage o audienţă largă. În schimb, i-a cerut insistent lui Darwin să scrie o carte despre porumbei.

„Toată lumea este interesată de porumbei”, remarca el plin de solicitudine.

Înţeleptul sfat al lui Elwin a fost ignorat şi, la sfârşitul lui noiembrie 1859, a fost publicată *Originea speciilor prin selecţie naturală sau păstrarea raselor favorizate în lupta pentru existenţă,* cu preţul de 15 şilingi. Prima ediţie, de 1.250 de exemplare, s-a vândut integral din prima zi. Niciodată de atunci încoace nu a fost retrasă de pe piaţă şi rareori a fost ocolită de controverse – nu e deloc rău pentru un om al cărui interes principal îl reprezentau râmele şi care, în lipsa acelei singulare şi impetuoase decizii de a naviga în jurul lumii, şi-ar fi petrecut, cel mai probabil, întreaga viaţă ca un preot de ţară oarecare, cunoscut pentru... în fine, pentru interesul său faţă de râme.

Charles Robert Darwin s-a născut la 12 februarie 1809[57] în Shrewsbury, un orăşel liniştit din regiunea West Midlands. Tatăl său a fost un medic prosper şi respectat. Mama sa, care a murit când Charles avea doar opt ani, era fiica lui Josiah Wedgwood, din celebra familie deţinătoare a afacerilor cu ceramică.

Darwin s-a bucurat de toate avantajele unei educaţii alese, dar şi-a întristat permanent tatăl văduv cu performanţele sale academice submediocre. „Nu te interesează decât vânătoarea, câinii şi prinderea şobolanilor, aşa vei ajunge să te faci de ruşine, pe tine şi întreaga familie”, scria Darwin senior, citat ce apare întotdeauna cam în acest punct al oricărei relatări despre viaţa timpurie a lui Charles. Deşi înclinaţiile sale îl recomandau pentru istoria naturală, de dragul tatălui său a încercat să studieze medicina la Edinburgh University, dar nu a putut suporta sângele şi suferinţa. A rămas traumatizat pentru totdeauna după ce a asistat la operaţia suferită de un copil pe bună dreptate înspăimântat – fireşte că toate astea se întâmplau înaintea descoperirii anesteziei. A încercat mai apoi dreptul, dar meseria i s-a părut de o

plictiseală insuportabilă şi, într-un final, a reuşit, fără prea multe eforturi, să obţină o diplomă în teologie la Cambridge.

Părea să-l aştepte o viaţă petrecută într-o casă parohială de provincie, atunci când a apărut ca din senin o ofertă mult mai tentantă. Darwin a fost invitat să se îmbarce pe vasul de cercetări marine al Majestăţii Sale Beagle în primul rând drept companion la cină pentru căpitan, Robert FitzRoy, al cărui rang îl împiedica să accepte tovărăşia altcuiva decât a unui gentleman. FitzRoy, un individ extrem de ciudat, l-a ales pe Darwin în parte pentru că i-a plăcut forma nasului lui (dovedea tărie de caracter, după părerea lui). Darwin nu a fost întâia alegere a lui FitzRoy, dar a primit slujba atunci când însoţitorul ales de FitzRoy a renunţat. Din perspectiva secolului XXI, primul lucru care te frapa la cei doi era tinereţea lor. În momentul expediţiei, FitzRoy avea numai douăzeci şi trei de ani, iar Darwin doar douăzeci şi doi.

Misiunea oficială a lui FitzRoy era să marcheze apele teritoriale, dar hobby-ul său – de fapt, o adevărată pasiune – era să caute dovezi pentru o interpretare literală a creaţiei în sensul biblic. Faptul că Darwin avea studii ecleziastice a fost un punct-cheie în decizia lui FitzRoy de a-l lua la bord. Faptul că Darwin a manifestat mai târziu nu doar vederi liberale, ci de-a dreptul o lipsă de devoţiune sinceră faţă de fundamentele religiei creştine a devenit sursa unui conflict prelungit între ei.

Timpul petrecut de Darwin la bordul vasului Beagle, între 1831 şi 1836, a reprezentat, cum era şi firesc, experienţa formatoare a vieţii sale, dar şi una dintre cele mai solicitante. Împărţea cu căpitanul o cabină mică, lucru care nu avea cum să fie uşor, pentru că FitzRoy trecea prin accese de furie urmate de perioade de vie ranchiună. El şi Darwin se luau permanent la ceartă, uneori „la limita nebuniei”, după cum îşi amintea Darwin mai târziu. Călătoriile pe ocean deveneau monotone până la

melancolie, şi aceasta în momentele bune – fostul căpitan al vasului Beagle îşi trăsese un glonţ în cap într-un moment de depresie solitară, iar FitzRoy provenea dintr-o familie cunoscută pentru tendinţele sale depresive. Unchiul său, vicontele Castlereagh, îşi tăiase gâtul în deceniul anterior, pe când îndeplinea funcţia de cancelar al ministrului de Finanţe. (FitzRoy, la rândul său, avea să se sinucidă prin aceeaşi metodă în 1865.) Chiar şi în momentele sale mai calme, FitzRoy s-a dovedit a fi extrem de greu de descifrat. Darwin a aflat cu uluire, la încheierea călătoriei, că aproape imediat FitzRoy s-a căsătorit cu o tânără cu care fusese logodit vreme îndelungată. În cei cinci ani petrecuţi în compania lui Darwin, acesta nu făcuse niciodată vreo aluzie la logodnă şi nu menţionase numele fetei.

Însă în toate celelalte privinţe, călătoria vasului Beagle a fost un triumf. Darwin a trăit aventuri cât pentru o viaţă întreagă şi a acumulat un morman de specimene, suficiente ca să-i aducă o bună reputaţie şi să-l ţină ocupat ani de-a rândul. A descoperit o comoară magnifică de fosile antice gigantice, printre care cel mai reuşit megateriu cunoscut până în momentul acela; a supravieţuit unui ucigător cutremur de pământ în Chile; a descoperit o nouă specie de delfin (pe care a numit-o, respectuos, Delphinus fitzroyi); a desfăşurat investigaţii geologice atente şi valoroase prin numeroase locuri din Anzi; a dezvoltat o nouă şi foarte apreciată teorie despre formarea atolilor, care sugera, deloc întâmplător, că atolii nu se pot forma în mai puţin de un milion de ani – primul semnal al îndelungatei sale credinţe în vechimea extremă a proceselor pământeşti. În 1836, la vârsta de douăzeci şi şapte de ani, s-a întors acasă, după o absenţă de cinci ani şi două zile. Nu a mai părăsit Anglia niciodată.

Ceea ce nu a făcut Darwin în această călătorie a fost să vină cu teoria (sau măcar cu vreo teorie pe tema) evoluţiei. Trebuie să precizăm că în anii 1830 evoluţia era un concept

deja vechi de decenii. Însuşi bunicul lui Darwin, Erasmus, adusese un omagiu principiilor evoluţioniste într-un poem de o delicată mediocritate numit *Templul naturii*, cu mulţi ani înainte ca Charles să se fi născut măcar. Abia după ce tânărul Darwin s-a întors în Anglia şi a citit *Essay on the Principle of Population (Eseu despre principiul populaţiei)* de Thomas Malthus (care susţinea că sporirea rezervelor de hrană nu va putea niciodată să ţină pasul cu creşterea populaţiei, din motive pur matematice), a început să se cristalizeze în mintea lui ideea că viaţa este o luptă perpetuă şi că, prin intermediul selecţiei naturale, unele specii se dezvoltă, în vreme ce altele eşuează. Mai exact, a observat că toate organismele se află în lupta pentru resurse şi că cele care deţin un avantaj înnăscut urmează să prospere şi să transmită acel avantaj progeniturilor lor. Această metodă urmează să ducă la o permanentă îmbunătăţire a speciei.

Părea o idee nemaipomenit de simplă – chiar este o idee nemaipomenit de simplă –, care explica pe dată o mulţime de lucruri, iar Darwin era dispus să îşi dedice întreaga viaţă dezvoltării ei. „Ce prost am fost că nu m-am gândit la asta!”, a exclamat T.H. Huxley după ce a citit Originea speciilor. Şi acest gând şi-a găsit numeroase ecouri de atunci încoace.

Interesant este faptul că Darwin nu a folosit expresia „supravieţuirea celui mai bine adaptat” în niciuna dintre lucrările sale (cu toate că şi-a exprimat clar admiraţia). Expresia a fost născocită în 1864, la cinci ani după publicarea Originii speciilor, de către Herbert Spencer în *Principles of Biology (Principiile biologiei).* Nici cuvântul „evoluţie” nu a apărut în lucrarea sa până la a şasea ediţie a Originii (moment în care folosirea cuvântului devenise atât de răspândită, încât era greu de evitat), Darwin preferând să folosească în schimb sintagma „descendenţă cu modificări”. Şi, mai presus de toate, concluziile sale nu au fost în niciun fel inspirate de observaţiile pe care le-a

făcut în timpul petrecut în Insulele Galápagos asupra diversităţii interesante a ciocurilor cintezoilor. Povestea, aşa cum este ea spusă de regulă (sau cel puţin aşa cum ne-o amintim, de obicei, cei mai mulţi dintre noi), susţine că Darwin, în deplasările sale de la o insulă la alta, a observat că, pe fiecare dintre ele, ciocurile cintezoilor erau adaptate de minune pentru exploatarea resurselor locale – că pe o insulă ciocurile erau scurte şi groase, numai bune pentru spargerea nucilor, iar pe o altă insulă ciocurile erau, dimpotrivă, lungi şi subţiri, bine adaptate pentru a extrage hrana mişcătoare de prin crăpături – şi că aceasta l-a făcut să presupună că păsările nu au fost create în acest fel, ci că, într-o oarecare măsură, s-au creat singure.

În fapt, păsările chiar s-au creat singure, dar nu Darwin a fost acela care a remarcat acest lucru. În momentul călătoriei pe Beagle, ca proaspăt absolvent de universitate, el nu devenise încă un naturalist experimentat şi de aceea a trecut cu vederea faptul că toate păsările din Galápagos aparţineau aceluiaşi tip. John Gould, prietenul său ornitolog, a fost cel care şi-a dat seama că Darwin descoperise o mulţime de cintezoi cu abilităţi diferite. Din nefericire, din cauza lipsei de experienţă, Darwin nu a notat de pe ce insulă provenea fiecare pasăre (a comis o eroare similară şi în privinţa ţestoaselor). A fost nevoie de ani de zile până s-a pus ordine în acest talmeş-balmeş.

Ca rezultat al acestor variate omisiuni şi al nevoii de a analiza nenumărate lăzi de specimene diverse de pe Beagle, abia în 1842, la cinci ani după întoarcerea în Anglia, Darwin a început în sfârşit să schiţeze primele noţiuni din noua sa teorie. Doi ani mai târziu, şi-a dezvoltat ideile într-o „schiţă” de 230 de pagini. Apoi a făcut un lucru extraordinar: a pus notele deoparte şi, în următorul deceniu şi jumătate, s-a ocupat de alte lucruri. A conceput zece copii, a petrecut aproape opt ani scriind o lucrare exhaustivă despre ciripede („Urăsc ciripedele cum nu le-a mai urât cineva vreodată”, a suspinat el la încheierea

lucrării, şi nici nu e de mirare) şi a căzut victimă unor boli ciudate, care l-au lăsat cu o slăbiciune cronică şi „impacientat”, după cum se exprima el. Printre simptome se afla întotdeauna o greaţă cumplită, de obicei însoţită de palpitaţii, migrene, epuizare, tremurat, pete în faţa ochilor, respiraţie întretăiată, „cap tulbure” şi, deloc surprinzător, depresie.

Cauza bolii nu a fost descoperită niciodată. Cea mai romantică, poate chiar cea mai probabilă dintre numeroasele posibilităţi vehiculate, este aceea că a suferit de boala Chagas, o maladie tropicală trenantă, pe care ar fi putut-o contracta în urma muşcăturii unui gândac, Triatoma infestans, în America de Sud. O explicaţie mai prozaică ar fi aceea că starea lui era de natură psihosomatică. Oricare ar fi fost situaţia, suferinţa lui era reală. De multe ori, abia dacă putea lucra la o schiţă vreme de douăzeci de minute, uneori nici măcar atât.

În rest, cea mai mare parte a timpului era dedicată unor tratamente din ce în ce mai disperate – plonjări în băi îngheţate, cufundări în băi cu oţet, înfăşurarea în „lanţuri electrice” care îl supuneau la mici şocuri de curent. Trăia aproape ca un pustnic, părăsindu-şi rareori casa din Kent, Down House. Unul dintre primele lucruri pe care le-a făcut la mutarea în locuinţă a fost să aşeze o oglindă la fereastra biroului său, ca să-i poată identifica şi, la nevoie, evita pe eventualii vizitatori.

Darwin şi-a ţinut teoria sub tăcere, pentru că ştia prea bine ce furtună avea să producă. În 1844, anul în care şi-a pus notiţele sub cheie, a apărut o carte numită *Vestiges of the Natural History of Creation (Vestigii ale istoriei naturale a creaţiei)*, care a trezit mânia violentă a majorităţii intelectualilor, datorită sugestiei că era posibil ca oamenii să fi evoluat din primate inferioare, fără intervenţia unui creator divin. Anticipând scandalul, autorul îşi luase măsuri de precauţie pentru a-şi ascunde identitatea, păstrând secretul până şi faţă de cei mai

apropiaţi prieteni ai săi vreme de patruzeci de ani după apariţia lucrării. Unii s-au întrebat chiar dacă nu cumva autorul fusese Darwin însuşi. Alţii l-au suspectat pe prinţul Albert. În realitate, autorul era un editor scoţian de succes, o persoană destul de modestă de felul său, pe nume Robert Chambers, iar secretomania sa avea şi o motivaţie practică, la fel de solidă ca şi cea personală: firma sa se număra printre marii editori de Biblii[58]. *Vestigiile* au fost ocărâte din belşug din amvoanele de pe tot cuprinsul Marii Britanii şi mult peste graniţele ei, dar şi-au atras şi o considerabilă mânie de factură academică. Aproape un întreg număr din Edinburgh Review – optzeci şi cinci de pagini – a fost dedicat denigrării cărţii, desfiinţând-o complet. Până şi T.H. Huxley, un susţinător al evoluţiei, a atacat cartea cu oarecare venin, neştiind că autorul îi era prieten.

Manuscrisul lui Darwin ar fi putut rămâne sub cheie până la moartea sa dacă nu ar fi primit o lovitură neaşteptată şi alarmantă din Orientul Îndepărtat la începutul verii lui 1858, sub forma unui pachet ce conţinea o scrisoare călduroasă din partea unui tânăr naturalist pe nume Alfred Russel Wallace şi ciorna unei lucrări, *Despre tendinţa varietăţilor de a se îndepărta la nesfârşit de tipologia originală*, care trasa liniile generale ale unei teorii a selecţiei naturale care se asemăna neverosimil de mult cu notiţele secrete ale lui Darwin. Până şi unele fraze parcă erau copiate după ale sale. „N-am văzut niciodată o coincidenţă mai izbitoare”, reflecta Darwin cu exasperare. „Şi dacă Wallace ar fi avut manuscrisul schiţei mele din 1842, tot nu ar fi putut scrie un rezumat mai clar.”

Wallace nu a apărut în viaţa lui Darwin chiar pe neaşteptate, aşa cum se sugerează uneori. Cei doi corespondau deja de ceva vreme, iar Wallace, plin de generozitate, îi trimisese nu o dată lui Darwin specimene despre care credea că ar fi putut prezenta interes. În decursul acestor schimburi, Darwin îl avertizase discret pe

Wallace că, din punctul său de vedere, subiectul creării speciilor era teritoriul său exclusiv. „În vara aceasta se împlinesc douăzeci de ani (!) de când am făcut primele însemnări legate de cum şi în ce fel speciile şi varietăţile diferă între ele”, îi scrisese el lui Wallace cu ceva timp înainte. „Acum îmi pregătesc lucrarea pentru publicare”, adăuga el, chiar dacă, în realitate, nu pregătea nimic.

Aluzia lui Darwin a trecut neobservată de Wallace – şi, în orice caz, este clar că acestuia nu avea cum să îi treacă prin cap că propria teorie se asemăna aproape până la identificare cu cea care evolua, ca să spunem aşa, de vreo două decenii în mintea lui Darwin.

Darwin se confrunta cu o dilemă agonizantă. Dacă s-ar fi grăbit să îşi dea lucrarea la tipar pentru a-şi păstra întâietatea ar fi însemnat să profite de inocenta avertizare a unui admirator îndepărtat. Dar dacă îi lăsa acestuia cale liberă, după cum cereau regulile, în acest caz, destul de discutabile, ale comportamentului cavaleresc, ar fi pierdut recunoaşterea pentru o teorie la care ajunsese pe cont propriu. Teoria lui Wallace era, după cum recunoştea singur, rezultatul unei sclipiri de moment; a lui Darwin era concluzia unor îndelungi ani de efort intelectual metodic, sârguincios, minuţios. Era o nedreptate ucigătoare.

Ca pentru a-i adânci suferinţa, fiul cel mic al lui Darwin, pe care îl chema tot Charles, se îmbolnăvise de scarlatină şi se găsea într-o stare critică. La apogeul crizei, pe 28 iunie, copilul a murit. Cu toată preocuparea faţă de boala copilului, Darwin şi-a găsit timp să trimită în grabă scrisori către prietenii săi, Charles Lyell şi Joseph Hooker, oferindu-se să renunţe la dreptul său, dar remarcând că aceasta ar fi însemnat că toată munca sa, „atât cât însemna ea, va fi anulată”. Lyell şi Hooker au propus o soluţie de compromis: să prezinte un rezumat al ideilor lui Darwin şi Wallace împreună. Scena aleasă era o întrunire a Societăţii Linnaene care, la acel moment, se zbătea să îşi croiască drum înapoi pe scena academică a vremii, ca lăcaş al

excelenţei ştiinţifice. La 1 iulie 1858 a fost dezvăluită lumii teoria lui Darwin şi Wallace. Darwin nu era de faţă. În ziua acelei întâlniri, el şi soţia sa îşi îngropau fiul.

Prezentarea Darwin-Wallace a fost una dintre cele şapte susţinute în acea seară – o alta se referea la flora din Angola – şi, dacă vreunul dintre cei aproximativ treizeci de oameni care se aflau în sală a avut cât de cât habar că asistau la momentul de maximă importanţă al ştiinţei acelui secol, nu a dat niciun semn că ar înţelege acest lucru. Nu a urmat nicio dezbatere şi nici în altă parte evenimentul nu a atras atenţia. Darwin a notat cu amuzament undeva că o singură persoană, un anume profesor Haughton din Dublin, a menţionat cele două lucrări într-un articol, iar concluzia sa a fost că „tot ce era nou în ele era fals, iar tot ce era adevărat era vechi”.

Wallace, aflat încă în Orientul Îndepărtat, a auzit de aceste manevre mult după eveniment, dar s-a arătat extrem de amabil şi a părut încântat să fie totuşi pomenit. Mai mult, întotdeauna după aceea a numit această teorie „darwinism”.

Mult mai puţin îngăduitor faţă de pretenţia lui Darwin la întâietate s-a dovedit a fi un grădinar scoţian pe nume Patrick Matthew, care, fapt cu totul surprinzător, descoperise şi el principiile selecţiei naturale cu mai bine de douăzeci de ani înainte – de fapt, chiar în anul în care Darwin pornise pe Beagle. Din nefericire însă, Matthew îşi publicase opiniile într-o carte numită *Naval Timber and Arboriculture (Cheresteaua navală şi arboricultura),* care trecuse neremarcată nu doar de Darwin, ci de întreaga lume. Matthew a pornit o ofensivă viguroasă, printr-o scrisoare adresată către *Gardener’s Chronicle*, când a văzut că Darwin câştiga aprecierea tuturor pentru o idee care în realitate era a lui. Darwin s-a scuzat fără ezitare, deşi a ţinut să remarce public: „Cred că nimeni nu se va arăta surprins că nici eu şi, aparent, nici un alt naturalist nu am auzit de ideile domnului Matthew, dacă ţinem cont

de cât de succint au fost prezentate şi de faptul că au apărut într-o anexă la o lucrare despre cheresteaua navală şi arboricultură”.

Wallace şi-a continuat cariera de naturalist şi gânditor vreme de încă cincizeci de ani, pe alocuri dovedindu-se a fi unul chiar foarte bun, dar a pierdut tot mai mult girul lumii ştiinţifice pe măsură ce a început să se intereseze de idei dubioase precum spiritualismul şi posibilitatea ca viaţa să existe şi altundeva în univers. Aşa că teoria a devenit, aproape de la sine, numai a lui Darwin.

Darwin însă s-a simţit permanent chinuit de propriile idei. Vorbea despre sine ca fiind „capelanul diavolului” şi a spus că, pentru el, revelarea teoriei echivala cu „mărturisirea unei crime”. Dincolo de orice altceva, ştia că teoria o îndurera profund pe preaiubita şi pioasa sa soţie. Chiar şi aşa, s-a pus imediat pe treabă şi şi-a extins manuscrisul într-o lucrare de dimensiunile unei cărţi. A numit-o provizoriu *An Abstract of an Essay on the Origin of Species and Varieties through Natural Selection (Rezumatul unui eseu despre originea speciilor şi varietăţilor prin selecţie naturală)* – un titlu atât de banal şi de ezitant, încât editorul său, John Murray, a decis să tipărească doar 500 de exemplare. Dar, după ce i s-a prezentat manuscrisul, însoţit de un titlu ceva mai incitant, Murray şi-a reanalizat decizia şi a crescut tirajul iniţial la 1.250 de exemplare.

Originea speciilor a fost un succes comercial imediat, chiar dacă nu putem spune acelaşi lucru despre reacţia criticii. În calea teoriei lui Darwin stăteau două obstacole insurmontabile. Avea nevoie de un interval de timp mult mai lung decât era dispus lordul Kelvin să-i acorde şi aproape că nu existau fosile care să o susţină. Criticii mai meticuloşi l-au întrebat pe Darwin unde erau formele de tranziţie la care făcea atât de clar trimitere teoria sa. Dacă specii noi evoluau permanent, atunci istoria fosilelor trebuia să fie presărată din belşug cu o mulţime de forme

intermediare, dar acestea nu se găseau nicăieri[59]. În realitate, dovezile fosile care existau pe atunci (şi multă vreme după aceea) nu atestau nicio formă de viaţă până la momentul faimoasei explozii din cambrian.

Şi iată că acum venea Darwin, care, în ciuda absenţei oricăror dovezi, afirma că mările primitive trebuie să fi adăpostit o bogăţie a vieţii pe care noi încă nu am descoperit-o, pentru că, din diferite motive, nu a fost conservată. Pur şi simplu nu se putea altfel, susţinea Darwin. „Pentru moment, nu avem altă soluţie decât să considerăm situaţia drept inexplicabilă; şi aceasta poate într-adevăr constitui un argument valid împotriva ideilor exprimate aici", admitea el cu candoare, dar refuzând să accepte existenţa unei posibile alternative. În locul unei explicaţii, el a speculat – inventiv, dar incorect – că s-ar putea ca mările precambriene să fi fost prea curate pentru a depune sedimente şi astfel nu s-au conservat fosile.

Chiar şi cei mai apropiaţi prieteni ai lui Darwin erau tulburaţi de exuberanţa unora dintre afirmaţiile sale. Adam Sedgwick, care-i fusese profesor la Cambridge şi îl luase cu el într-o expediţie geologică în Ţara Galilor în 1831, a spus că lectura cărţii i-a adus „mai multă durere decât plăcere". Reputatul paleontolog elveţian Louis Agassiz a respins-o ca fiind o presupunere eronată. Chiar Lyell a conchis cu tristeţe: „Darwin merge prea departe".

T.H. Huxley era nemulţumit de insistenţa lui Darwin asupra timpilor geologici enormi, pentru că Huxley era saltionist, adică credea în ideea că schimbările de-a lungul evoluţiei au loc brusc, şi nu treptat. Saltioniştii (cuvântul provine de la latinescul saltus, însemnând „salt") nu puteau accepta ideea că organele complicate puteau lua naştere în etape lente. La urma urmei, la ce foloseşte o zecime de aripă sau o jumătate de ochi? Aceste organe, credeau ei, erau folositoare numai dacă apăreau de la bun început în forma lor definitivă.

Convingerea era oarecum surprinzătoare pentru un spirit atât de radical ca Huxley, pentru că amintea îndeaproape de o noţiune religioasă extrem de conservatoare, formulată pentru prima oară în varianta sa clasică de teologul englez William Paley în 1802 şi cunoscută drept argumentul teleologic (pe baza analogiei). Paley susţinea că un om care găseşte un ceas de buzunar pe jos, chiar dacă nu a mai văzut niciodată un astfel de obiect, va înţelege imediat că a fost creat de o entitate inteligentă. La fel stăteau lucrurile, după părerea lui, şi în natură: complexitatea sa era dovada existenţei unui creator şi a unui proiect. Noţiunea se bucura de o mare influenţă în secolul al XIX-lea şi i-a dat bătaie de cap şi lui Darwin. „Şi în ziua de azi, ochiul îmi dă fiori reci”, recunoştea el într-o scrisoare către un prieten. În *Originea speciilor* el admitea: „Mărturisesc fără ezitare că pare neverosimil până la absurd” ca selecţia naturală să fi putut produce un astfel de instrument în etape succesive.

Chiar şi aşa, spre nesfârşita exasperare a susţinătorilor săi, Darwin nu numai că a continuat să-şi menţină părerea că toate schimbările erau treptate, dar aproape cu fiecare ediţie a Originii a crescut perioada pe care o considera necesară pentru a permite avansarea evoluţiei, ceea ce a dus la o tot mai vehementă respingere a ideilor sale. Potrivit istoricului şi omului de ştiinţă Jeffrey Schwartz, „într-un final, Darwin a pierdut practic toată susţinerea de care se mai bucura în rândurile confraţilor naturalişti şi geologi”.

Dacă ne gândim că Darwin şi-a intitulat cartea *Originea speciilor*, este de-a dreptul ironic faptul că singurul lucru pe care nu l-a putut explica a fost cum iau naştere speciile. Teoria lui sugera un mecanism prin care o specie putea deveni mai puternică, mai dezvoltată sau mai rapidă – într-un cuvânt, mai bine adaptată –, dar nu oferea nicio indicaţie despre cum poate lua naştere o nouă specie. Un inginer scoţian pe nume Fleeming Jenkin a analizat problema şi a observat o lacună în argumentaţia lui.

Darwin credea că orice trăsătură benefică apărută la o generaţie urma să fie transmisă generaţiilor ulterioare, întărind prin aceasta specia. Jenkin a subliniat că o trăsătură favorabilă aparţinând unuia dintre părinţi nu va deveni dominantă în generaţiile următoare, ba chiar se va dilua prin amestec. Dacă torni whisky într-un pahar cu apă, nu faci whisky-ul mai tare, ci mai slab. Iar dacă torni soluţia astfel diluată într-un alt pahar de apă, devine şi mai slabă. În acelaşi fel, orice trăsătură favorabilă introdusă de unul dintre părinţi va fi diluată succesiv în urma împerecherilor ulterioare, până când va înceta definitiv să se manifeste. Prin urmare, teoria lui Darwin nu era o reţetă pentru schimbare, ci pentru consecvenţă. S-ar putea produce din când în când întâmplări norocoase, dar acestea ar dispărea curând sub impulsul general de a aduce totul înapoi la o mediocritate stabilă. Pentru ca selecţia naturală să funcţioneze, era obligatoriu să se găsească un mecanism alternativ, neexplorat încă.

Necunoscut lui Darwin şi restului lumii, într-un colţ liniştit al Europei Centrale, la 1.200 de kilometri depărtare, un călugăr retras, pe nume Gregor Mendel, era pe cale să găsească soluţia.

Mendel s-a născut în 1822, într-o familie umilă de ţărani, într-o regiune înapoiată din Imperiul Austriac, pe actualul teritoriu al Republicii Cehe. Cândva, manualele şcolare îl prezentau drept un călugăr de provincie simplu, dar cu un simţ al observaţiei bine dezvoltat, ale cărui descoperiri se datorau în bună parte unei serii de coincidenţe fericite – fiind rezultatul observării unor trăsături moştenite interesante pe când experimenta la întâmplare cu plantele de mazăre în grădina de zarzavaturi a mănăstirii. În realitate, Mendel avea o educaţie ştiinţifică – studiase fizica şi matematica la Institutul de Filosofie din Olomouc şi la Universitatea din Viena – şi aplica rigoarea ştiinţifică în tot ceea ce făcea. Mai mult, mănăstirea din Brno, unde a trăit

începând cu 1843, era cunoscută drept un aşezământ de ştiinţă. Avea o bibliotecă de 20.000 de volume şi o tradiţie a investigaţiei ştiinţifice atente.

Înainte să îşi înceapă desfăşurarea experimentelor, Mendel a petrecut doi ani pregătind specimenele de control, şapte varietăţi de mazăre, pentru a se asigura că respectă standardul speciei. Apoi, cu ajutorul a doi asistenţi permanenţi, a crescut şi a încrucişat în mod repetat hibrizii de la 30.000 de plante de mazăre. Era o muncă delicată, care le cerea celor trei bărbaţi să facă cele mai riguroase eforturi pentru a evita fertilizarea încrucişată accidentală şi pentru a observa fiecare variaţie minusculă în creşterea şi înfăţişarea seminţelor, păstăilor, frunzelor, tulpinilor şi florilor. Mendel ştia exact ce face.

El nu a folosit niciodată cuvântul „genă” – acesta a fost inventat abia în 1913 într-un dicţionar medical englezesc –, dar a fost cel care a inventat termenii „dominant” şi „recesiv”. El a stabilit faptul că fiecare sămânţă conţine doi „factori” sau elemente, cum le numea el – unul dominant şi altul recesiv – şi că aceşti factori, atunci când erau combinaţi, dădeau naştere unor tipare previzibile în transmiterea trăsăturilor.

El a convertit rezultatele în formule matematice precise. Mendel a petrecut în total opt ani desfăşurând aceste experimente, apoi şi-a confirmat rezultatele prin noi experimente similare, desfăşurate pe flori, porumb şi alte plante. Dacă i-am aduce vreo obiecţie, am putea spune că abordarea sa era prea ştiinţifică, pentru că, atunci când şi-a prezentat descoperirile la întâlnirile din februarie şi martie ale Societăţii de Istorie Naturală din Brno în 1865, publicul format din aproximativ patruzeci de persoane a ascultat politicos, dar extrem de reticent, deşi creşterea plantelor reprezenta o chestiune de mare interes practic pentru mulţi dintre ei.

După publicarea raportului lui Mendel, acesta i-a trimis plin de nerăbdare un exemplar marelui naturalist elveţian

Karl-Wilhelm von Nägeli, al cărui sprijin era aproape vital pentru şansele de reuşită ale teoriei. Din nefericire, Nägeli nu a înţeles importanţa descoperirii lui Mendel. El i-a sugerat să încerce să crească vulturică. Mendel s-a supus ascultător, dar şi-a dat seama imediat că vulturica nu avea niciuna dintre trăsăturile necesare pentru studiul transferului genetic. Era evident că Nägeli nu citise cu atenţie lucrarea ori poate chiar deloc. Frustrat, s-a retras din studiul moştenirii genetice şi şi-a petrecut restul vieţii cultivând legume spectaculoase şi studiind albine, şoareci şi pete solare, printre multe altele. În cele din urmă, a fost făcut stareţ al mănăstirii.

Dar descoperirile lui Mendel nu au fost ignorate atât de categoric pe cât se sugerează uneori. Studiului său i-a fost rezervat un articol strălucit în Encyclopaedia Britannica – pe atunci o publicaţie a gândirii ştiinţifice cu o mult mai mare notorietate decât în prezent – şi a fost citat în mod repetat într-o importantă lucrare a germanului Wilhelm Olbers Focke. Mai mult, tocmai pentru că ideile lui Mendel nu s-au pierdut definitiv sub linia de plutire a gândirii ştiinţifice, au fost recuperate cu mare uşurinţă atunci când lumea a fost pregătită să le primească.

Fără ca vreunul dintre ei să fie conştient de aceasta, eforturile cumulate ale lui Darwin şi ale lui Mendel au pus bazele tuturor ştiinţelor vieţii din secolul XX. Darwin a înţeles că toate fiinţele vii sunt interconectate şi că, în ultimă instanţă, toate „îşi regăsesc originile într-o unică sursă comună”; cercetările lui Mendel au dezvăluit mecanismul prin care se putea explica acest lucru. Cei doi ar fi putut cu uşurinţă să se ajute reciproc. Mendel deţinea o ediţie în limba germană a Originii speciilor, pe care se ştie că a citit-o, prin urmare, mai mult ca sigur şi-a dat seama de aplicabilitatea cercetărilor sale pentru susţinerea teoriilor lui Darwin. Cu toate acestea, se pare că nu a făcut niciun efort pentru a lua legătura cu el. Iar în ce îl priveşte pe Darwin, se ştie că a studiat influenta lucrare a lui Focke,

cu repetatele sale trimiteri la cercetările lui Mendel, dar nu a făcut conexiunea cu propriile studii.

Lucrul despre care toată lumea este convinsă că apare în argumentaţia lui Darwin, şi anume că oamenii se trag din maimuţe, nu apare absolut deloc, cu excepţia unei aluzii trecătoare. Chiar şi aşa, nu a fost nevoie de un efort prea mare de imaginaţie pentru a înţelege implicaţiile teoriilor lui Darwin în evoluţia oamenilor, iar acestea au devenit imediat subiect de discuţie.

Momentul adevărului a venit într-o sâmbătă, pe 30 iunie 1860, la o întâlnire a Asociaţiei Britanice pentru Progresul Ştiinţei de la Oxford. Huxley fusese rugat insistent să participe de către Robert Chambers, autorul lucrării *Vestigiile istoriei naturale a creaţiei,* deşi acesta nu avea cunoştinţă încă de legătura lui Chambers cu controversatul volum. Ca întotdeauna, Darwin era absent. Întâlnirea s-a ţinut la Muzeul Zoologic din Oxford. În sală s-au înghesuit mai bine de o mie de persoane, iar alte câteva sute au rămas pe dinafară. Oamenii ştiau că avea să se întâmple ceva important, deşi au trebuit să aştepte o vreme, până când un oarecare John William Draper de la Universitatea din New York, un vorbitor cu charisma unui somnifer, şi-a croit cu îndârjire drum prin două ore chinuitoare de remarci introductive intitulate *Consideraţii asupra evoluţiei intelectuale în Europa în raport cu vederile domnului Darwin.*

Într-un final, episcopul de Oxford, Samuel Wilberforce, a luat cuvântul. Wilberforce fusese informat pe scurt (sau cel puţin aşa presupunea toată lumea) despre subiect de către Richard Owen, un antidarwinist înflăcărat, care fusese oaspete în casa episcopului în seara precedentă. Cum se întâmplă aproape întotdeauna cu evenimentele care se termină cu un scandal, relatările despre cele petrecute variază substanţial. În versiunea cea mai mediatizată, Wilberforce şi-a luat avânt, s-a întors către Huxley cu un

zâmbet sec şi i-a cerut să precizeze dacă se consideră înrudit cu maimuţele pe linia bunicului sau a bunicii. Remarca era menită fără îndoială să fie o butadă, dar a fost primită drept o provocare îngheţată. Potrivit propriei relatări, Huxley s-a întors către vecinul său şi a şoptit: „Dumnezeu mi l-a dat pe mână”, apoi s-a ridicat, nu fără oarece plăcere.

Însă alţii îşi amintesc de un Huxley tremurând de furie şi de indignare. În orice caz, Huxley a declarat că şi-ar asuma mai degrabă înrudirea cu o maimuţă decât cu cineva care îşi foloseşte eminenţa pentru a înşira bâiguieli nefondate la o întrunire ce se dorea a fi sobră şi ştiinţifică. Această ripostă era o impertinenţă scandaloasă şi, în acelaşi timp, o insultă la adresa funcţiei lui Wilberforce, iar lucrările adunării au degenerat subit într-un vacarm. O anume lady Brewster a leşinat. Robert FitzRoy, companionul lui Darwin pe Beagle din urmă cu douăzeci şi cinci de ani, se învârtea prin sală fluturând o Biblie şi ţipând: „Cartea Sfântă, Cartea Sfântă!”. (Venise la conferinţă pentru a prezenta o lucrare despre furtuni, în noua sa calitate de şef al proaspăt creatului Departament Meteorologic.) Interesant este faptul că, după întâlnire, fiecare parte a pretins că ar fi dominat-o fără drept de apel pe cealaltă.

Într-un târziu, Darwin şi-a prezentat explicit convingerea că ne înrudim cu maimuţele în lucrarea *The Descent of Man (Descendenţa omului)* din 1871. Concluzia sa era de-a dreptul îndrăzneaţă, dacă ne gândim că această noţiune nu era sprijinită de nicio dovadă fosilă. Singurele rămăşiţe de oameni timpurii cunoscute la acea vreme erau faimoasele oase de neanderthalian din Germania şi câteva fragmente incerte de maxilar, în condiţiile în care numeroase autorităţi respectate în materie refuzau să creadă în vechimea lor. *Descendenţa omului* era, în ansamblu, o lucrare mai incendiară decât Originea, dar până la apariţia sa lumea se mai desensibilizase întru câtva, iar argumentele sale au provocat mult mai puţină vâlvă.

Darwin şi-a petrecut cea mai mare parte a anilor de la sfârşitul vieţii ocupându-se de alte proiecte, între care majoritatea nu s-au apropiat decât tangenţial de problema selecţiei naturale. A petrecut perioade surprinzător de lungi cercetând excrementele păsărilor, în încercarea de a înţelege cum se împrăştie seminţele de pe un continent pe altul, şi încă şi mai mulţi ani studiind comportamentul râmelor. Unul dintre experimente consta în a le cânta acestora la pian, dar nu pentru a le distra, ci pentru a vedea cum reacţionează la sunete şi vibraţii. A fost primul care a înţeles cât de importante sunt râmele pentru fertilizarea solului. „Avem motive să ne îndoim că ar exista prea multe alte animale care să fi jucat un rol la fel de important în istoria lumii”, a scris el în capodopera sa pe această temă, *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms (Formarea solului organic prin acţiunea râmelor)* (1881), care a fost chiar mai populară decât a ajuns vreodată Originea speciilor. Între celelalte cărţi ale sale se numără *On the Various Contrivances by which British and Foreign Orchids Are Fertilised by Insects (Despre diferitele mecanisme prin care orhideele din Marea Britanie şi din alte părţi sunt polenizate de insecte)* (1862), *Expressions of the Emotions in Man and Animals (Exprimări ale emoţiilor la om şi animale)* (1872), din care s-au vândut aproape 5.300 de exemplare în prima zi, *The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom (Efectele autofertilizării şi fertilizării încrucişate în regnul vegetal)* (1876) – un subiect care s-a apropiat neverosimil de mult de munca lui Mendel, fără a ajunge la observaţii de o profunzime similară – şi *The Power of Movement in Plants (Puterea mişcării la plante)*. Şi, în final, dar nu de ultimă importanţă, a depus un efort considerabil în studiul consecinţelor endogamiei – o chestiune care pe el îl interesa în mod personal. Întrucât se căsătorise cu verişoara sa, Darwin avea bănuieli amare că unele dintre debilităţile şi slăbiciunile fizice şi psihice apărute la copiii

săi se datorau lipsei de diversitate genetică din arborele genealogic al familiei.

Darwin a fost adesea omagiat şi premiat în timpul vieţii sale, dar niciodată pentru *Originea speciilor* sau *Descendenţa omului.* Când Academia Regală i-a decernat prestigioasa Medalie Copley, motivul a fost pentru contribuţia sa la dezvoltarea geologiei, zoologiei şi botanicii, şi nu pentru teoriile sale evoluţioniste, iar Linnaean Society a fost de asemenea încântată să-l decoreze pe Darwin, fără să îmbrăţişeze însă vederile sale radicale. Nu a fost înnobilat, deşi este îngropat în Westminster Abbey – chiar lângă Newton. A murit la Down în aprilie 1882. Mendel a murit doi ani mai târziu.

Teoria lui Darwin a fost cu adevărat acceptată la scară largă abia prin anii 1930 şi 1940, odată cu propulsarea unei teorii rafinate numite, cu o oarecare grandoare, Sinteza Modernă, care combină ideile lui Darwin cu cele ale lui Mendel şi ale altora. Şi pentru Mendel, recunoaşterea a venit tot postum, chiar dacă întru câtva mai devreme. În 1900, trei cercetători care lucrau independent în Europa au redescoperit aproape simultan studiile lui Mendel. Şi numai pentru că unul dintre ei, un olandez pe nume Hugo de Vries, părea hotărât să îşi însuşească ideile novatoare ale lui Mendel, pretinzând că i-ar aparţine, un rival a decis să clarifice zgomotos că meritul îi aparţine în realitate uitatului călugăr.

Lumea era aproape – dar nu întru totul – pregătită să înceapă să înţeleagă cum am ajuns noi aici: cum ne-am făcut unii pe ceilalţi. Este de-a dreptul uluitor să ne gândim că la începutul secolului XX şi chiar ani buni după aceea cele mai evoluate minţi ale ştiinţei mondiale nu puteau spune clar, într-o formă inteligibilă, de unde vin bebeluşii.

Şi, după cum vă amintiţi, vorbim aici despre oameni care credeau că ştiinţa se apropie de final.

Capitolul 26

Din ce-i făcută viaţa

Dacă cei doi părinţi ai dumneavoastră nu s-ar fi unit exact atunci când au făcut-o – poate chiar până la secundă, poate chiar la nanosecundă –, nu aţi mai fi fost acum aici. Iar dacă părinţii lor nu s-ar fi unit exact la momentul potrivit, iarăşi nu aţi mai fi fost aici. Şi dacă părinţii acestora nu ar fi făcut la fel şi părinţii dinaintea acestora la fel şi tot aşa, fireşte, la infinit, iarăşi nu v-aţi fi aflat aici.

Croiţi-vă drum înapoi în timp şi veţi începe să descoperiţi cum se tot adună aceste datorii ancestrale. Mergeţi înapoi cu numai opt generaţii, cam pe vremea când s-au născut Charles Darwin şi Abraham Lincoln, şi veţi vedea deja că existenţa dumneavoastră depinde de uniunea perfect determinată în timp a două sute cincizeci de persoane. Dacă mergeţi mai înapoi, pe vremea lui Shakespeare şi a pelerinilor de pe *Mayflower*, aveţi nu mai puţin de 16.384 de strămoşi care schimbă sârguincios material genetic după un model care, în final, va culmina cu miraculoasa dumneavoastră existenţă.

Dacă ne întoarcem cu douăzeci de generaţii în urmă, numărul oamenilor care au procreat în numele dumneavoastră se ridică la 1.048.576. Cu cinci generaţii înainte de aceasta, existenţa dumneavoastră depindea de reproducerea obedientă a nu mai puţin de 33.554.432 de bărbaţi şi femei. Când ajungem cu treizeci de generaţii în urmă, numărul total de înaintaşi – şi nu uitaţi că aici nu vorbim de veri, mătuşi şi alte rude colaterale, ci doar de părinţi şi părinţi ai părinţilor, într-o linie care duce direct şi indubitabil la dumneavoastră – este mai mare de un miliard (1.073.741.824, ca să fim mai exacţi). Dacă ne întoarcem cu şaizeci şi patru de generaţii în urmă, pe vremea romanilor, numărul persoanelor ale căror eforturi de cooperare binevoitoare vor fi încununate, într-un târziu,

de existenţa dumneavoastră se ridică la aproximativ un milion de trilioane, care este de câteva mii de ori mai mare decât numărul total de oameni care au trăit vreodată.

Este evident că undeva matematica noastră a luat-o razna. Vreţi să ştiţi unde? Răspunsul constă în aceea că nu proveniţi dintr-o linie pură. Nu v-aţi putea afla aici fără un mic incest – de fapt, o mulţime de incesturi –, chiar dacă suficient de îndepărtat genetic. Având atâtea milioane de strămoşi în spate, mai mult ca sigur au existat numeroase situaţii în care o rudă din linia maternă a familiei a procreat cu vreun văr îndepărtat din linia paternă. Ba chiar, dacă acum partenerul dumneavoastră este cineva din propria rasă şi din propria ţară, sunt şanse foarte mari ca, într-un anumit punct din arborele genealogic, să fiţi rude. Mai mult, dacă priviţi în jur într-un autobuz, într-un parc, o cafenea sau orice alt loc aglomerat, *majoritatea* oamenilor pe care-i vedeţi vă sunt probabil rude. Dacă auziţi pe cineva lăudându-se că se trage din Shakespeare sau William Cuceritorul, ar trebui să răspundeţi pe dată: „Şi eu!”. În sensul cel mai literal şi mai fundamental, toţi suntem o mare familie.

În plus, suntem cu toţii uimitor de asemănători între noi. Dacă vă comparaţi genele cu ale oricărei alte fiinţe umane, în medie, vor fi la fel în proporţie de 99,9%. Prin aceasta ne definim ca specie. Diferenţele minuscule conţinute în acel 0,1% – „în mare, o bază azotată din nucleotidă la o mie”, ca să-l citām pe geneticianul britanic John Sulston, recent laureat al Premiului Nobel – sunt cele care ne conferă individualitatea unică. În anii din urmă s-au făcut numeroase demersuri în vederea înţelegerii şi descrierii cât mai exacte a genomului uman. Dar în realitate nu există un singur genom uman. Fiecare genom uman e diferit, altfel am fi toţi identici. Tocmai infinitele recombinări ale genoamelor noastre – în condiţiile în care fiecare este aproape identic cu toate celelalte, dar nu perfect identic –

ne fac să fim ceea ce suntem atât ca indivizi, cât şi ca specie.

Dar ce este mai exact lucrul acesta pe care îl numim genom? Şi, că tot veni vorba, ce sunt genele? Păi, trebuie să ne întoarcem din nou la celulă. În interiorul celulei se află nucleul şi în interiorul fiecărui nucleu se află cromozomii – patruzeci şi şase de mici fâşiuţe complexe, dintre care douăzeci şi trei provin de la mamă şi douăzeci şi trei de la tată. Cu foarte puţine excepţii, fiecare celulă din corp – 99,999% dintre ele, să spunem – poartă acelaşi efectiv de cromozomi. (Excepţiile sunt globulele roşii din sânge, câteva celule din sistemul imunitar, precum şi ovulele şi spermatozoizii, care, din diverse motive structurale, nu poartă întregul pachet genetic.) Cromozomii reprezintă setul complet de instrucţiuni necesare pentru a vă alcătui şi întreţine pe dumneavoastră şi sunt alcătuiţi din benzi lungi din minuscula substanţă chimică miraculoasă numită acid dezoxiribonucleic sau ADN – „cea mai extraordinară moleculă de pe pământ”, după cum a fost ea numită.

ADN-ul există dintr-un singur motiv – ca să creeze alt ADN –, iar în interiorul dumneavoastră aveţi o cantitate foarte mare: aproximativ doi metri, îndesat aproape în fiecare celulă. Fiecare secvenţă de ADN cuprinde circa 3,2 miliarde de semne de cod, suficiente pentru a oferi $10^{1.920.000.000}$ combinaţii posibile, „ceea ce ne garantează unicitatea în faţa oricărui joc al hazardului”, în cuvintele lui Christian de Duve. Şi încă ce hazard – un 1 urmat de peste trei miliarde de zerouri. „Cinci mii de cărţi de dimensiuni medii nu ne-ar ajunge nici ca să tipărim această cifră”, remarcă de Duve. Priviţi-vă în oglindă şi reflectaţi la ideea că sunteţi alcătuit din zece mii de trilioane de celule şi că aproape fiecare dintre ele conţine cam doi metri de ADN puternic compactat şi abia acum veţi începe să înţelegeţi ce cantităţi din acest material purtaţi permanent cu

dumneavoastră. Dacă am toarce tot ADN-ul dumneavoastră într-un fir subţire, ar ajunge cât să-l întindem de la Pământ la Lună şi înapoi, nu o dată sau de două ori, ci de multe, foarte multe ori. Potrivit unei estimări, s-ar putea să aveţi în total până la douăzeci de milioane de kilometri de ADN bine răsucit în interior.

Pe scurt, corpul dumneavoastră adoră să producă ADN, fără de care nu aţi putea trăi. Şi totuşi, ADN-ul în sine nu e viu. Nicio moleculă nu e vie, dar în mod special ADN-ul este, ca să spunem aşa, inert. Se află „printre moleculele cele mai nonreactive, inerte din punct de vedere chimic, din lumea vie”, după spusele geneticianului Richard Lewontin. Tocmai de aceea, în investigaţiile criminalistice poate fi recuperat din urme de sânge sau de spermă de mult uscate şi prelevat de pe oasele străvechilor neandertalieni. Tot aceasta explică de ce cercetătorii au avut nevoie de atât de mult timp pentru a înţelege cum o substanţă atât de înşelătoare prin inactivitatea ei – pe scurt, lipsită de viaţă – poate reprezenta însăşi esenţa vieţii.

ADN-ul există ca entitate cunoscută de mult mai mult timp decât v-aţi imagina. A fost descoperit încă din, luaţi aminte, 1869, de Johann Friedrich Miescher, un cercetător elveţian de la Universitatea Tübingen din Germania. Pe când cerceta la microscop puroiul de pe bandajele chirurgicale, Miescher a descoperit o substanţă pe care nu o recunoştea şi pe care a numit-o nucleină (pentru că se găsea în nucleele celulelor). La acel moment, Miescher s-a mulţumit să-i observe prezenţa, dar probabil că nucleina a rămas prezentă în mintea sa, de vreme ce douăzeci şi trei de ani mai târziu, într-o scrisoare către unchiul său, a formulat posibilitatea ca aceste molecule să fie agenţii din spatele eredităţii. O observaţie extraordinară, dar atât de avansată faţă de rigorile ştiinţifice ale vremii sale, încât nu a atras atenţia în niciun fel.

În cea mai mare parte a următoarei jumătăţi de secol, opinia generală a fost că acest material – numit acum acid dezoxiribonucleic sau ADN – avea cel mult un rol secundar în probleme legate de ereditate. Era prea simplu. Avea doar patru componente de bază numite nucleotide; ceea ce era ca şi cum am avea un alfabet cu numai patru litere. Cum era posibil să scrii istoria vieţii folosind un alfabet atât de rudimentar? (Răspunsul este că procedăm aproape în acelaşi fel în care alcătuim mesaje complexe din simple linii şi puncte cu ajutorul codului Morse, prin combinarea şi recombinarea lor.) Pe oricine am fi întrebat ne-ar fi spus că ADN-ul nu făcea nimic. Stătea pur şi simplu în nucleu, iar în cel mai bun caz lega cromozomul în vreun fel sau adăuga o idee de aciditate la comandă ori îndeplinea vreo altă sarcină de rutină la care nu se gândise încă nimeni. Complexitatea necesară explicării vieţii trebuia să fie dată de proteinele aflate în nucleu, toată lumea era convinsă de acest lucru.

Însă înainte de a ignora complet ADN-ul, două întrebări trebuiau să-şi găsească răspuns. În primul rând, exista atât de mult – aproape doi metri în fiecare nucleu –, prin urmare era clar că se bucura de o atenţie şi de o stimă cu totul speciale din partea celulelor. Şi, pentru ca totul să fie şi mai complicat, apărea recurent în experimente precum suspectul într-un roman poliţist. În două studii, cu precădere, unul legat de bacteria *Pneumonococcus* şi altul despre bacteriofagi (viruşi care infectează bacteriile), ADN-ul şi-a trădat o importanţă care nu putea fi explicată decât dacă i se recunoştea un rol mult mai mare decât cel acceptat de gândirea dominantă a vremii. Dovezile sugerau că ADN-ul era cumva implicat în producerea proteinelor, un proces vital pentru viaţă, dar la fel de clar era că proteinele erau produse *în afara* nucleului, la o distanţă considerabilă de ADN-ul despre care se presupunea că le coordonează formarea.

Nimeni nu înţelegea cum de reuşea ADN-ul să transmită mesaje proteinelor. Răspunsul îl putem da noi acum: ARN-ul, acidul ribonucleic, acţionează ca un mediator între cei doi. Este o adevărată ciudăţenie a biologiei faptul că ADN-ul şi proteinele nu vorbesc aceeaşi limbă. Vreme de aproape patru miliarde de ani, cele două au reprezentat cel mai măreţ tandem al lumii vii şi totuşi răspund unor coduri incompatibile, ca şi cum unul ar vorbi spaniola, iar celălalt hindi. Pentru a comunica, au nevoie de un mediator, care ia forma ARN-ului. Folosind un fel de funcţionar chimic numit ribozom, ARN-ul traduce informaţiile din ADN-ul unei celule în termeni pe care proteinele îi pot înţelege şi la care pot răspunde.

Însă pe la începutul anilor 1900, acolo de unde ne reluăm noi povestea, suntem încă foarte departe de a înţelege aceste lucruri sau, mai bine spus, departe de a înţelege aproape orice e legat de dubioasa afacere a eredităţii.

Se simţea în mod evident nevoia acută de noi experimente inspirate şi inteligente şi, spre norocul nostru, din această eră a răsărit un tânăr cu sârguinţa şi aptitudinile necesare pentru a le duce la bun sfârşit. Numele său era Thomas Hunt Morgan, iar în 1904, la numai patru ani după oportuna redescoperire a experimentelor lui Mendel cu plantele de mazăre, dar încă cu aproape un deceniu înainte ca „gena” să devină măcar un cuvânt, el a început să lucreze cu cromozomii cu o remarcabilă exactitate.

Cromozomii fuseseră descoperiţi din întâmplare în 1888 şi au fost numiţi astfel pentru că absorbeau foarte rapid culoarea şi puteau fi observaţi cu uşurinţă la microscop. Până la sfârşitul secolului, se întărise deja bănuiala că erau implicaţi în transmiterea trăsăturilor, dar nimeni nu ştia cum şi nici măcar nu putea afirma cu certitudine dacă aşa stăteau lucrurile.

Morgan şi-a ales ca obiect de studiu o minusculă şi delicată musculiţă numită oficial Drosophila melanogaster,

dar cunoscută popular drept musculiţa de oţet sau musculiţa beţivă. Cu toţii ştim că Drosophila e acea insectă fragilă şi incoloră ce pare mânată de o nevoie de nestăvilit de a se îneca în băuturile noastre. Musculiţa de oţet are anumite avantaje care o fac foarte atractivă ca specimen de laborator: nu impune nicio cheltuială pentru a-i asigura casă şi masă, se poate reproduce cu milioanele în sticle de lapte, trece de la ou la adult capabil de reproducere în mai puţin de zece zile şi are doar patru cromozomi, numai bine pentru a menţine lucrurile la un nivel convenabil de simplitate.

Într-un mic laborator (care, inevitabil de altfel, a devenit cunoscut drept Camera Musculiţelor) de la Schermerhorn Hall, Universitatea Columbia din New York, Morgan şi echipa lui s-au lansat într-un program de reproduceri şi încrucişări meticuloase pe milioane de musculiţe (există chiar un biograf care vorbeşte de miliarde, dar probabil că aceasta este o exagerare), iar fiecare musculiţă trebuia prinsă cu penseta şi examinată cu o lupă de bijutier în căutarea oricărei variaţii cât de mici a trăsăturilor ereditare. Vreme de şase ani au încercat să producă mutaţii prin toate mijloacele care le-au trecut prin cap: expunând muştele la radiaţii şi raze X, crescându-le la lumină strălucitoare şi întuneric, cocându-le uşor în cuptor, învârtindu-le nebuneşte în centrifugă, fără ca nimic să funcţioneze. Morgan era pe punctul de a renunţa când, brusc, a apărut o mutaţie repetabilă şi neaşteptată – o muscă avea ochii albi, în locul ochilor roşii obişnuiţi. Graţie acestei reuşite, Morgan şi asistenţii săi au putut apoi să genereze diformităţi funcţionale, cu ajutorul cărora au urmărit o trăsătură de-a lungul mai multor generaţii succesive. Aceste metode le-au permis să traseze corelaţiile dintre anumite caracteristici şi cromozomii individuali, dovedind într-un final, spre satisfacţia cvasigenerală, că aceşti cromozomi stau la baza eredităţii.

Însă enigma plana încă asupra următorului nivel de complexitate biologică: misterioasele gene şi ADN-ul care le alcătuia. Acestea se lăsau mult mai greu izolate şi descifrate. Chiar şi în 1933, când lui Morgan i s-a decernat Premiul Nobel pentru munca sa, mulţi cercetători încă nu erau convinşi că genele există. După cum observa Morgan la acea vreme, întrebarea „Ce sunt genele – sunt reale sau fictive?” era încă un subiect de dezbatere. Poate vă surprinde faptul că oamenii de ştiinţă refuzau să accepte drept o realitate fizică ceva atât de fundamental pentru activitatea celulară, dar, aşa cum subliniază Wallace, King şi Sanders în Biology: The Science of Life (Biologia: ştiinţa vieţii) (acel lucru atât de rar: un manual digerabil), astăzi ne aflăm pe o poziţie similară în raport cu procese mentale precum gândirea şi memoria. Ştim că le avem, evident, dar nu ştim ce formă fizică iau sau măcar dacă iau vreuna. La fel au stat lucrurile vreme îndelungată şi cu genele. Ideea că putem detaşa o genă din corp şi o putem da deoparte pentru studiu era la fel de absurdă pentru mulţi dintre tovarăşii de breaslă ai lui Morgan precum ni se pare nouă astăzi ideea că un cercetător ar putea prinde un gând răzleţ şi l-ar putea examina la microscop.

Indubitabil era însă faptul că un anumit lucru asociat cu cromozomii coordona întregul proces de multiplicare celulară. Într-un final, în 1944, după cincisprezece ani de eforturi, o echipă de la Institutul Rockefeller din Manhattan, condusă de un canadian genial, dar extrem de nesigur pe sine, pe nume Oswald Avery, a reuşit un experiment de o remarcabilă dificultate, prin care o specie de bacterii inofensive, încrucişate cu ADN străin, a devenit permanent infecţioasă, dovedind concludent că ADN-ul era mult mai mult decât o moleculă pasivă şi că acesta era aproape sigur agentul activ al eredităţii. Mai târziu, biochimistul de origine austriacă Erwin Chargaff a sugerat, mai în glumă, mai în serios, că descoperirea lui Avery valora cât două Premii Nobel.

Din păcate, Avery şi-a găsit un oponent agresiv în persoana unuia dintre colegii săi de la institut, un anume Alfred Mirsky, om cu o voinţă puternică şi un antipatic susţinător al proteinelor, care a făcut tot ce i-a stat în puteri ca să discrediteze munca lui Avery – inclusiv, se spune, făcând lobby pe lângă autorităţile de la Institutul Karolinska din Stockholm pentru ca Avery să nu primească Premiul Nobel. De acum, Avery avea şaizeci şi şase de ani şi obosise. Nemaiputând face faţă stresului şi controverselor, el a demisionat şi nu s-a mai apropiat niciodată de vreun laborator. Dar alte experimente din alte părţi ale lumii au adus dovezi covârşitoare în sprijinul concluziilor sale şi, în curând, s-a dat startul în cursa pentru descoperirea structurii ADN-ului.

Dacă pe la începutul anilor 1950 aţi fi fost un om cu patima pariurilor, aproape sigur v-aţi fi pariat toţi banii pe şansele lui Linus Pauling de la Caltech, cel mai de seamă chimist al Americii, de a desluşi structura ADN-ului. Pauling nu avea rival în determinarea structurii moleculelor şi fusese un pionier în domeniul cristalografiei cu raze X, o metodă care avea să se dovedească a fi crucială pentru desluşirea esenţei ADN-ului. De-a lungul unei cariere absolut remarcabile, avea să câştige două Premii Nobel (în 1954 pentru chimie şi în 1962 pentru pace), dar, în cazul ADN-ului, şi-a format convingerea nestrămutată că acesta avea forma unei spirale elicoidale triple, şi nu duble, de aceea nu a reuşit niciodată să pornească pe calea cea bună. În schimb, victoria a revenit unui cvartet surprinzător de cercetători din Anglia care nu au lucrat în echipă, care de multe ori nici nu îşi vorbeau şi care erau în bună măsură novici în domeniu.

Dintre cei patru, cel mai tare s-a apropiat de modelul cercetătorului convenţional Maurice Wilkins, care a petrecut o bună parte din anii celui de-al Doilea Război Mondial contribuind la crearea bombei atomice. Doi dintre

ceilalţi, Rosalind Franklin şi Francis Crick, lucraseră în anii de război pentru guvernul britanic în domeniul minelor: Crick la cele care explodează, iar Franklin la cele care dau cărbune.

Cel mai neconvenţional din grupul celor patru era James Watson, copilul-minune al Americii, care s-a făcut remarcat ca participant la un program de radio foarte popular numit The Quiz Kids (şi astfel putea pretinde că măcar în parte fusese o sursă de inspiraţie pentru membrii familiei Glass din Frannie şi Zooey şi alte lucrări ale lui J.D. Salinger) şi care a intrat la Universitatea din Chicago la vârsta de numai cincisprezece ani. Şi-a obţinut doctoratul înainte de a împlini douăzeci şi doi de ani, iar la momentul despre care vorbim lucra la faimosul Laborator Cavendish de la Cambridge. În 1951 era un tânăr stângaci de douăzeci şi trei de ani, cu o claie de păr rebel, care în fotografii dă impresia că vrea să se lipească de un magnet puternic din afara cadrului.

Crick, fără vreun doctorat, deşi cu doisprezece ani mai în vârstă, nu avea acelaşi aer impresionant de hirsut, dar era un pic mai aspru. În relatarea lui Watson el este prezentat drept gălăgios, curios, certăreţ, plin de voie bună, nerăbdător cu oricine întârzia să împărtăşească o idee şi veşnic în pericolul de a i se cere să-şi vadă de drum. Şi nici nu avea o pregătire academică în biochimie.

Ei au presupus – corect, după cum s-a dovedit – că, dacă se poate determina forma unei molecule de ADN, atunci se poate vedea şi cum funcţionează. Ei au sperat să reuşească acest lucru, după toate aparenţele, depunând cât mai puţin efort dincolo de gândire, iar din aceasta, strict cât era necesar. După cum remarca Watson cu umor (şi cu un strop de viclenie) în cartea sa autobiografică The Double Helix (Dubla elice): „Nutream speranţa că gena poate fi desluşită fără să învăţ niciun pic de chimie”. Nu fuseseră oficial desemnaţi să se ocupe de ADN, ba chiar la un moment dat li s-a cerut să-şi înceteze lucrul. În ochii lumii Watson era

specialist în arta cristalografiei, iar Crick se presupunea că lucrează la o teză despre difracţia cu raze X a moleculelor mari.

Deşi în relatările populare Crick şi Watson se bucură de cea mai mare parte a recunoaşterii pentru rezolvarea misterului ADN-ului, reuşita lor a depins în mod substanţial de activitatea experimentală desfăşurată de competitorii lor, ale căror rezultate fuseseră obţinute „fortuit”, după exprimarea plină de tact a istoricului Lisa Jardine. Pentru că, cel puţin la început, doi academicieni de la King’s College, din Londra, Wilkins şi Franklin, le-o luaseră cu mult înainte.

Wilkins, născut în Noua Zeelandă, era o figură retrasă până la limita invizibilităţii. Un documentar din 1998, realizat de PBS, despre descoperirea structurii ADN-ului – realizare pentru care a împărţit Premiul Nobel din 1962 cu Crick şi Watson – reuşeşte să-l ignore aproape complet.

Franklin era personajul cel mai enigmatic dintre toţi. Într-un portret deloc flatant, Watson o descrie pe Franklin în cartea sa drept o femeie nerezonabilă, secretoasă, cronic necooperantă şi – ceea ce părea să-l enerveze în mod deosebit – lipsită parcă dinadins de orice feminitate. El admite că „nu era lipsită de farmec şi ar fi putut arăta uimitor dacă ar fi acordat un interes cât de mic hainelor”, dar, în această privinţă, ea nu răspundea niciodată aşteptărilor. Nici măcar nu folosea ruj, remarca el cu uimire, iar simţul ei estetic „dovedea tot atâta imaginaţie cât adolescentele britanice cu pretenţii de literate”[60].

Dincolo de toate acestea, ea deţinea cele mai bune imagini existente la acea dată ale unei posibile structuri a ADN-ului, realizate cu ajutorul cristalografiei cu raze X, tehnica perfectată de Linus Pauling. Cristalografia fusese aplicată cu succes pentru a trasa modelul atomilor în cristale (de aici şi numele), dar moleculele de ADN reprezentau o sarcină mult mai complicată. Singura care

reuşea să obţină rezultate pozitive din acest proces era Franklin, dar, spre veşnica exasperare a lui Wilkins, ea refuza să îşi facă publice descoperirile.

Dar dacă Franklin nu era tocmai nerăbdătoare să îşi dezvăluie descoperirile, la urma urmelor, nici măcar nu o putem învinovăţi. În anii 1950, femeile cercetătoare de la King’s College erau tratate cu un dispreţ oficializat care ar oripila sensibilităţile moderne (în fapt, orice formă de sensibilitate). Indiferent de vârsta sau de realizările lor, nu li se permitea să mănânce în sala de mese principală a colegiului, fiind obligate să stea într-o cameră de serviciu pe care până şi Watson a trebuit să o recunoască drept „înghesuită şi sărăcăcioasă”. Şi, peste toate acestea, era permanent presată – uneori hărţuită cu asiduitate – să îşi împărtăşească rezultatele cu un trio de bărbaţi a căror dorinţă disperată de a le vedea era rareori însoţită de calităţi mai atrăgătoare, precum respectul. „Mă tem că ne obişnuiserăm să o tratăm întotdeauna cu, să zicem, un aer de superioritate”, îşi aminteşte Crick mult mai târziu. Doi dintre aceşti bărbaţi aparţineau unei instituţii rivale, iar cel de-al treilea le lua partea aproape făţiş. Nu cred că este cineva surprins de faptul că ea îşi ţinea rezultatele bine ascunse sub cheie.

Se pare că Watson şi Crick au ştiut să exploateze în beneficiul lor faptul că Wilkins şi Franklin nu se înţelegeau prea bine. Deşi cei doi încălcau cu destulă neruşinare teritoriul lui Wilkins, acesta a trecut din ce în ce mai mult de partea lor – ceea ce nu e tocmai o surpriză, având în vedere că Franklin începuse să se comporte într-o manieră de-a dreptul bizară. Deşi rezultatele ei arătau că ADN-ul avea categoric o formă elicoidală, ea susţinea în faţa tuturor că nu era adevărat. Spre disperarea şi jena lui Wilkins, după cum ne putem imagina, în vara lui 1952 Franklin a afişat o notiţă batjocoritoare la departamentul de fizică de la King’s College, care spunea: „Cu mare regret, trebuie să vă anunţăm decesul spiralei ADN în ziua

de vineri, 18 iulie 1952... Sperăm că dr. M.H.F. Wilkins va ţine o cuvântare în memoria decedatei spirale”.

Rezultatul a fost că în ianuarie 1953 Wilkins i-a arătat lui Watson imaginile lui Franklin, „după toate aparenţele, fără cunoştinţa sau consimţământul ei”. Să spunem că a fost un ajutor semnificativ ar fi o gravă subestimare. Ani mai târziu, Watson a recunoscut că acesta „a fost evenimentul-cheie... care ne-a mobilizat”. Înarmaţi cu informaţii despre forma de bază a moleculei de ADN şi cu câteva date importante despre dimensiunile sale, Watson şi Crick şi-au înteţit eforturile. Acum părea că apa curge spre moara lor. La un moment dat, Pauling se îndrepta spre o conferinţă din Anglia, conferinţă la care ar fi avut toate şansele să se întâlnească cu Wilkins şi să capete suficiente informaţii pentru a-şi corecta concepţiile eronate care îl împinseseră pe o linie de cercetare greşită. Dar pe atunci ne aflam în era McCarthy, iar Pauling s-a trezit reţinut pe aeroportul Idlewild din New York, cu paşaportul confiscat, pe motiv că avea un temperament mult prea liberal pentru a i se permite să călătorească în străinătate. Crick şi Watson au avut de asemenea norocul, deloc de neglijat, ca fiul lui Pauling să lucreze la Laboratorul Cavendish şi să îi ţină la curent, cu toată seninătatea inocenţei, cu toate progresele şi piedicile întâmpinate de tatăl său.

Confruntându-se în continuare cu posibilitatea de a fi întrecuţi în orice moment, Watson şi Crick s-au cufundat cu fervoare în studiu. Se ştia că ADN-ul are patru componente chimice de bază – numite adenină, guanină, citozină şi timină – şi că acestea se grupează după modele foarte bizare. Jucându-se cu bucăţele de carton tăiate în forma moleculelor, Watson şi Crick au reuşit să îşi dea seama cum se potrivesc piesele. Din aceasta au alcătuit un model ca la jocul Meccano – poate cel mai faimos din istoria ştiinţei moderne –, format din plăcuţe de metal sudate într-o spirală elicoidală, şi i-au invitat pe Wilkins, Franklin şi restul lumii să-l cerceteze. Orice persoană avizată îşi putea

da seama imediat că problema fusese rezolvată. Era, fără nicio îndoială, o muncă de detectiv ca la carte, cu sau fără ajutorul imaginilor lui Franklin.

Numărul din 25 aprilie 1953 al revistei Nature conţinea un articol de nouă sute de cuvinte scris de Watson şi de Crick şi intitulat „O structură pentru acidul nucleic dezoxiribozic". Era însoţit de articole separate scrise de Wilkins şi Franklin. Dar era o perioadă agitată în istoria lumii – Edmund Hillary era pe punctul de a se căţăra pe vârful Everestului, în timp ce Elisabeta a II-a avea să fie curând încoronată –, prin urmare, descoperirea secretului vieţii a trecut în mare parte neobservată. A fost menţionată pe scurt în The News Chronicle şi complet ignorată de restul lumii.

Rosalind Franklin nu a primit Premiul Nobel. A murit de cancer ovarian în 1958, la numai 37 de ani, cu patru ani înainte de decernarea premiului. Premiile Nobel nu se acordă postum. Este aproape sigur că apariţia cancerului s-a datorat expunerii excesive şi repetate la razele X, în contextul muncii ei, şi că ar fi putut fi evitat. Într-o biografie recentă şi foarte apreciată, Brenda Maddox spunea că Franklin rareori purta şorţ de plumb şi de multe ori se aşeza nepăsătoare în faţa fasciculului. Nici Oswald Avery nu a primit vreun Premiu Nobel şi a fost de asemenea ignorat în bună măsură de posteritate, dar el a avut cel puţin satisfacţia de a-şi vedea descoperirile recunoscute. A murit în 1955.

Descoperirea lui Watson şi Crick nu a fost confirmată decât în anii 1980. După cum scria Crick într-una din cărţile sale: „A fost nevoie de mai bine de douăzeci şi cinci de ani pentru ca modelul nostru de ADN să treacă de la a fi oarecum plauzibil la foarte plauzibil... şi de acolo la a fi practic incontestabil corect".

Chiar şi în aceste condiţii, odată ce a fost înţeleasă structura ADN-ului, genetica a progresat rapid, astfel încât

în 1968 publicaţia Science îşi permitea deja să includă un articol intitulat „Aşa a fost povestea biologiei moleculare”, sugerând – deşi pare aproape de neconceput – că travaliul geneticii se apropia de sfârşit.

Evident că, în realitate, era doar un început. Şi acum există o mulţime de lucruri legate de ADN din care înţelegem prea puţin, între care nu tocmai nesemnificativă este întrebarea de ce atât de mult ADN pare să nu facă nimic. Nouăzeci şi şapte la sută din ADN-ul dumneavoastră nu înseamnă nimic altceva decât lungi fire de material distorsionat – „ADN fără cod” sau „ADN rezidual”, cum preferă să-l numească biochimiştii. Numai pe ici, pe colo, de-a lungul fiecărei fâşii, descoperi secţiuni care controlează şi organizează funcţii vitale. Acestea sunt genele ciudate ale căror funcţii ne scapă.

Genele nu sunt nimic mai mult (dar nici mai puţin) decât instrucţiuni pentru crearea proteinelor. Şi se achită de această sarcină cu o anume fidelitate plictisitoare. În această privinţă, seamănă oarecum cu clapele unui pian, fiecare cântând o singură notă şi nimic altceva, ceea ce, evident, sună o idee cam monoton. Dar, atunci când combinăm genele aşa cum combinăm notele clapelor pianului, putem crea o infinitate de acorduri şi melodii. Reunind toate aceste gene, obţinem (pentru a continua metafora noastră) măreaţa simfonie a existenţei cunoscută sub numele de genom uman.

O comparaţie alternativă şi mult mai frecvent folosită pentru genomul uman este aceea a unui manual de utilizare pentru corp. Prin prisma acestei metafore, cromozomii pot fi vizualizaţi drept capitole ale cărţii, iar genele drept instrucţiuni individuale pentru crearea proteinelor. Cuvintele cu care sunt scrise instrucţiunile se numesc codoni, iar literele sunt cunoscute drept baze. Bazele – literele alfabetului genetic – constau din cele patru nucleotide menţionate cu o pagină sau două în urmă: adenina, timina, guanina şi citozina. Deşi activitatea lor

este de maximă importanţă, aceste substanţe nu au în componenţa lor nimic exotic. De exemplu, guanina conţine aceeaşi substanţă care se regăseşte din belşug în guano, îngrăşământul fosil de la care îşi trage şi numele.

După cum ştie toată lumea, forma moleculei de ADN seamănă cu o scară spiralată sau mai degrabă cu o scară de frânghie răsucită: faimoasa spirală dublă. Părţile verticale ale acestei structuri sunt alcătuite dintr-un tip de zahăr numit dezoxiriboză, iar întreaga spirală alcătuieşte un acid nucleic – de unde şi denumirea de „acid dezoxiribonucleic”. Treptele sunt compuse din două baze care se unesc peste spaţiul dintre ele şi nu se pot combina decât în două feluri: guanina se cuplează întotdeauna cu citozina, iar timina cu adenina. Ordinea în care apar aceste litere, pe măsură ce urci sau cobori pe scară, reprezintă codul ADN. Identificarea exactă a genelor a constituit obiectul Proiectului Genomului Uman.

Capacitatea singulară a ADN-ului rezidă în modelul său de duplicare. Când vine momentul să producă o nouă moleculă de ADN, cele două fâşii se despart pe mijloc, precum fermoarul la o haină, şi fiecare jumătate pleacă să-şi formeze un nou parteneriat. Întrucât fiecare nucleotidă de-a lungul unei fâşii se cuplează numai cu o anumită altă nucleotidă, fiecare fâşie serveşte drept matriţă pentru crearea unei noi fâşii compatibile. Dacă aţi deţine o singură fâşie din propriul ADN, aţi putea reconstrui uşor partea compatibilă calculând parteneriatele necesare: dacă pe treapta cea mai de sus de pe acea fâşie ar fi guanina, atunci aţi şti că pe treapta cea mai de sus de pe fâşia pereche trebuie să fie citozina. Şi tot aşa, vă croiţi drum în josul scării calculând toate perechile de nucleotide, pentru ca în final să aveţi codul unei noi molecule. Exact acelaşi lucru se întâmplă şi în natură, cu excepţia faptului că natura se mişcă foarte rapid – în doar câteva secunde, ceea ce este o realizare formidabilă.

În cea mai mare parte a timpului, ADN-ul nostru se multiplică precis şi obedient, dar ocazional – cam o dată la un milion de cazuri – o literă ajunge în locul nepotrivit. Acest caz este cunoscut drept polimorfism mononucleotidic sau SNP. În general, SNP-ul este îngropat în secvenţe de ADN noninformaţional şi nu are nicio consecinţă detectabilă asupra corpului. Dar, din când în când, capătă importanţă. El poate induce o predispoziţie către o boală sau, la fel de posibil, poate aduce un uşor avantaj – de exemplu, mai mult pigment protector sau o producţie mai mare de globule roşii în sânge pentru cineva care trăieşte la mare altitudine. În timp, aceste modificări slabe se acumulează atât la nivelul indivizilor, cât şi la nivelul unor întregi populaţii, contribuind la formarea individualităţii lor.

Echilibrul dintre acurateţe şi eroare în duplicare este foarte delicat. Dacă apar prea multe erori, organismul nu poate funcţiona, dar dacă sunt prea puţine, este periclitată capacitatea de adaptare. Într-un organism trebuie să existe un echilibru similar şi între stabilitate şi inovaţie. O creştere a numărului de globule roşii din sânge poate ajuta o persoană sau un grup care trăieşte la altitudini înalte să se mişte şi să respire mai uşor, deoarece cu ajutorul lor se poate transporta mai mult oxigen. Pe de altă parte însă, un număr mai mare de globule roşii va duce la îngroşarea sângelui. Dacă punem prea multe astfel de globule „e ca şi cum am pompa ulei”, ca să-l citām pe Charles Weitz, antropolog la Universitatea Temple. Aceasta îngreunează funcţionarea inimii. Prin urmare, cei care trăiesc la altitudini mari beneficiază de o eficientizare a respiraţiei, dar plătesc pentru ea prin creşterea riscului de boli cardiace. Prin astfel de mijloace are grijă de noi selecţia naturală a lui Darwin. De asemenea, ea ne ajută să ne explicăm de ce semănăm atât de mult unii cu alţii. Pur şi simplu evoluţia nu ne permite să ne diferenţiem prea mult – cel puţin nu fără a ne transforma într-o nouă specie.

Acea diferenţă de 0,1% dintre genele dumneavoastră şi ale mele se explică prin SNP-urile noastre. Comparând însă ADN-ul dumneavoastră cu al unei terţe persoane, procentul de ADN identic ar fi tot de 99%, numai că SNP-urile ar fi plasate în cea mai mare parte în alte puncte. Introducând mai mulţi oameni în comparaţie, vom obţine mai multe SNP-uri plasate în şi mai multe locuri diferite. Pentru fiecare dintre cele 3,2 miliarde de baze ale dumneavoastră, undeva pe planetă va exista o persoană sau un grup de persoane cu o codificare diferită în acea poziţie. Prin urmare, nu numai că este eronat să ne referim la „genomul" uman, ci, dintr-un anumit punct de vedere, nici măcar nu există „un" genom uman. Vorbim mai degrabă de şase miliarde de genoame. Suntem la fel în proporţie de 99,9%, dar la fel de bine am putea spune, folosind cuvintele biochimistului David Cox, „că oamenii, în totalitatea lor, nu au nimic în comun şi ar fi la fel de corect".

Dar tot trebuie să explicăm de ce atât de puţin din acel ADN are un scop descifrabil. Deşi începe să devină oarecum descurajator, se pare că, până la urmă, scopul vieţii este în realitate acela de a perpetua ADN-ul. Acel 97% din ADN-ul nostru numit de obicei rezidual este alcătuit în mare parte din mănunchiuri de litere care, după spusele lui Matt Ridley, „există cu unicul şi banalul scop de a se înmulţi"[61]. Cu alte cuvinte, cea mai mare parte a ADN-ului dumneavoastră este preocupat nu de dumneavoastră, ci de el însuşi: sunteţi o maşină ce lucrează în beneficiul lui, şi nu el în beneficiul dumneavoastră. Dacă vă mai amintiţi, viaţa vrea pur şi simplu să existe, iar ADN-ul exact asta îi permite să facă.

Chiar şi atunci când ADN-ul conţine informaţii pentru crearea genelor – atunci când codifică pentru a le crea, după cum spun geneticienii –, nu se gândeşte neapărat la funcţionarea armonioasă a organismului. Una dintre cele mai banale gene pe care le avem se ocupă de o proteină

numită revers-transcriptază, căreia nu i se cunoaşte niciun fel de funcţie benefică pentru organismul fiinţei umane. Singurul lucru pe care chiar îl face este să dea posibilitatea unor retroviruşi, precum HIV, să se strecoare neobservaţi în organismul uman.

Cu alte cuvinte, corpul nostru alocă o energie considerabilă producerii unei proteine care nu ne aduce nimic folositor, ba dimpotrivă, uneori ne îngroapă. Corpurile noastre nu au altă soluţie decât să o producă, pentru că aşa ordonă genele. Suntem doar nişte vehicule pentru mofturile lor. În total, aproape jumătate dintre genele umane – cea mai mare proporţie cunoscută în vreun organism – nu fac absolut nimic, din câte ştim noi, cu excepţia faptului că se reproduc.

Într-un anume sens, toate organismele sunt sclavele propriilor gene. De aceea, somonul, păianjenii şi alte creaturi mai mult sau mai puţin nenumărate sunt gata să moară în timpul reproducerii. Dorinţa de a se reproduce, de a-şi perpetua propriile gene este cel mai puternic impuls din natură. Sherwin B. Nuland spunea: „Imperiile cad, eurile explodează, se scriu mari simfonii, iar dincolo de toate acestea se află un unic instinct care se cere satisfăcut”. Din punctul de vedere al evoluţiei, sexul nu este decât un mecanism de recompensare care să ne încurajeze să ne reproducem, să ne transmitem mai departe materialul genetic.

Oamenii de ştiinţă abia dacă începuseră să se obişnuiască cu surprinzătoarea veste că cea mai mare parte a ADN-ului nostru nu face nimic, când a început să se întrevadă o descoperire şi mai neaşteptată. Mai întâi în Elveţia, apoi în Germania, cercetătorii au desfăşurat nişte experimente destul de bizare care au produs, în mod neaşteptat, rezultate deloc bizare. Într-unul dintre acestea, ei au luat gene care controlează dezvoltarea ochiului unui şoarece şi le-au introdus în larva unei musculiţe de oţet. Se

credea că s-ar putea produce ceva interesant şi grotesc. În realitate, gena ochiului de şoarece nu doar că a produs un ochi viabil la musculiţa de fructe, dar, mai mult, a produs un ochi de musculiţă. Şi iată că două creaturi care nu avuseseră niciun strămoş comun în ultimii cinci sute de milioane de ani puteau schimba material genetic ca şi cum ar fi fost surori.

Povestea se repeta oriunde specialiştii încercau aceleaşi experimente. Au descoperit că puteau introduce ADN uman în anumite celule ale muştelor, iar muştele îl acceptau de parcă le-ar fi aparţinut. Peste 60% dintre genele umane sunt în esenţă identice cu cele ale musculiţelor de fructe, după cum s-a dovedit. Cel puţin 90% se corelează la un anumit nivel cu cele ale şoarecilor. (Avem chiar gene identice pentru a produce o coadă, dacă acestea ar fi activate.) Domeniu după domeniu, cercetătorii au descoperit că, orice organism analizau – indiferent dacă erau viermi nematozi sau fiinţe umane –, de cele mai multe ori studiau practic aceleaşi gene. Se părea că viaţa s-a format după un unic set de schiţe.

Cercetări mai profunde au relevat existenţa unui ciorchine de gene master de control, fiecare conducând dezvoltarea unei părţi a corpului, care au fost numite gene homeotice (de la cuvântul grecesc care înseamnă „acelaşi”) sau gene Hox. Genele Hox au răspuns la întrebarea ce ne-a uimit şi ne-a nedumerit atâta vreme, legată de felul în care miliarde de celule embrionare, apărute toate dintr-un unic ovul fertilizat şi purtătoare ale unui ADN identic, ştiu încotro să se ducă şi ce să facă – aceasta ar trebui să devină o celulă hepatică, cealaltă trebuie să devină un neuron elastic, alta o picătură de sânge, iar alta sclipirea de pe o aripă plutitoare. Cele care le instruiesc sunt genele Hox şi procedează aproape identic pentru toate organismele.

Cantitatea de material genetic şi modul în care este organizat nu reflectă neapărat fidel, ba chiar nici măcar la

un nivel general, gradul de complexitate a creaturii care îl conţine, lucru cât se poate de interesant. Noi avem patruzeci şi şase de cromozomi, dar există ferigi care au mai mult de şase sute. Peştele dipnoi (peştele cu plămâni), unul dintre cele mai puţin evoluate dintre toate animalele complexe, are de patruzeci de ori mai mult ADN decât noi. Chiar şi cel mai banal triton se lăfăie într-o opulenţă genetică de vreo cinci ori mai impozantă decât a noastră.

Este de la sine înţeles că nu numărul genelor pe care le aveţi contează, ci ce faceţi cu ele. Şi aceasta este o veste foarte bună, pentru că numărul genelor umane a primit o lovitură puternică în ultima vreme. Până de curând se credea că oamenii au cel puţin o sută de mii de gene, poate chiar mai multe, dar numărul s-a redus drastic în urma primelor rezultate ale Proiectului Genomului Uman, care a sugerat o cifră mai aproape de treizeci şi cinci sau patruzeci de mii de gene – cam acelaşi număr cu cel găsit în iarbă. Descoperirea a fost o surpriză şi o dezamăgire în acelaşi timp.

Mai mult ca sigur, aţi remarcat şi dumneavoastră că genele au fost făcute responsabile pentru o mulţime de slăbiciuni umane. De-a lungul timpului, diverşi cercetători exaltaţi s-au lăudat că au descoperit genele responsabile pentru obezitate, schizofrenie, homosexualitate, criminalitate, violenţă, alcoolism, chiar şi cleptomanie sau vagabondaj. Apogeul (sau nadirul) acestei credinţe în biodeterminism l-a reprezentat probabil un studiu publicat de revista Science în 1980, care susţinea sus şi tare că femeile sunt genetic inferioare la matematică. În realitate, acum ştim că aproape nimic din ceea ce este legat de om nu e atât de simplu şi la îndemână.

Este un lucru cât se poate de regretabil, cel puţin dintr-un punct de vedere important, deoarece, dacă am avea gene individuale care să determine înălţimea sau predispoziţia pentru diabet ori calviţie sau oricare altă trăsătură distinctivă, atunci ar fi uşor – sau cel puţin

comparativ uşor – să le izolăm şi să ne jucăm de-a reparaţiile cu ele. Din nefericire, treizeci şi cinci de mii de gene cu o funcţionare independentă nu sunt nici pe departe suficiente pentru a produce gradul de complexitate fizică ce dă naştere unei fiinţe umane satisfăcătoare. Prin urmare, este de la sine înţeles că genele trebuie să coopereze. Câteva boli – hemofilia, boala Parkinson, boala Huntington şi fibroza chistică, de exemplu – sunt provocate de disfuncţii ale unor gene individuale, dar, în general, genele disfuncţionale sunt eliminate prin selecţie naturală cu mult înainte de a deveni o ameninţare permanentă la adresa unei specii sau a unei populaţii. În cele mai multe cazuri, soarta şi bunăstarea noastră – până şi culoarea ochilor – sunt determinate nu de gene individuale, ci de complexe de gene care acţionează împreună. De aceea este atât de dificil să înţelegem cum funcţionează întregul şi de ce nu vom produce bebeluşi la comandă în viitorul cât de cât apropiat.

De fapt, cu cât am aflat mai multe pe parcursul ultimilor ani, cu atât lucrurile au devenit mai complicate. Se adevereşte în prezent că până şi gândirea afectează felul în care funcţionează genele. De exemplu, viteza cu care creşte barba unui bărbat depinde parţial de cât de mult se gândeşte la sex (pentru că gândurile legate de sex duc la o creştere bruscă a testosteronului). La începutul anilor 1990, cercetătorii au atins un nivel şi mai adânc de complexitate când şi-au dat seama că puteau extrage gene presupuse a fi vitale dintr-un embrion de şoarece, pentru a descoperi apoi că, de multe ori, din acei embrioni se năşteau şoareci nu numai sănătoşi, ci chiar mai rezistenţi decât fraţii şi surorile lor, cu ale căror gene nu-şi făcuse nimeni de lucru. S-a dovedit că, atunci când se distrugeau gene importante, altele le luau locul ca să acopere golul. Pentru noi, ca organisme, a fost o veste excelentă, dar nu şi pentru nivelul nostru de înţelegere asupra funcţionării celulelor, întrucât a adăugat un grad de complexitate în

plus într-o problemă pe care oricum abia începeam să o înţelegem.

În bună parte din cauza acestor factori amplificatori, înţelegerea genomului uman a fost percepută aproape imediat drept un simplu început. Genomul, ne spune Eric Lander de la MIT, este ca o listă de componente pentru corpul uman: ne spune din ce suntem alcătuiţi, dar nu ne spune cum funcţionăm. Acum avem nevoie de manuale de funcţionare – instrucţiuni pentru a-l face să meargă. Însă suntem încă departe de acest lucru.

Prin urmare, acum am pornit în aventura descifrării proteomului uman – un concept atât de recent, încât în urmă cu un deceniu cuvântul proteom nici măcar nu exista. Proteomul este biblioteca de informaţii care creează proteinele. „Din nefericire, proteomul este mult mai complicat decât genomul”, remarca Scientific American în primăvara lui 2002.

Şi aceasta este o formulare delicată. După cum vă amintiţi, proteinele sunt caii de povară ai oricărui sistem viu; în orice moment, este foarte posibil ca o sută de milioane de proteine să acţioneze în fiecare celulă. Dacă încerci să o înţelegi, îţi dai seama că ai de desluşit o activitate enormă. Mai complicat însă este faptul că funcţiile şi comportamentul proteinelor se bazează nu numai pe componenţa lor chimică, precum în cazul genelor, ci şi pe forma lor. Pentru a funcţiona, o proteină nu are nevoie numai de o anumită compoziţie chimică, ci şi de aranjarea într-o formă extrem de precisă. „Structurare” este termenul folosit, dar este înşelător, întrucât sugerează o claritate a formelor care în realitate nu se aplică. Proteinele se rotesc, se răsucesc şi se pliază în forme care sunt în acelaşi timp extravagante şi complexe. Seamănă mai mult cu nişte umeraşe de sârmă răsucite cu furie decât cu nişte prosoape frumos împăturite.

Mai mult, am putea spune că proteinele sunt swingerii lumii biologice. În funcţie de dispoziţie şi de circumstanţele metabolice, se vor lăsa fosforilate, glicosilate, acetilate, ubiquitinate, farnesilate, sulfate sau legate de ancore GPI (glicofosfatidilinozitol sau fosfatidilinozitol glicozilat), printre multe altele. Se pare că, de cele mai multe ori, nu au nevoie de prea multe pentru a porni la treabă. Un singur pahar de vin băut, scrie Scientific American, va modifica fizic numărul şi tipurile de proteine din organismul dumneavoastră. Este o activitate foarte plăcută pentru băutori, dar nici pe departe folositoare geneticienilor care încearcă să înţeleagă ce se întâmplă.

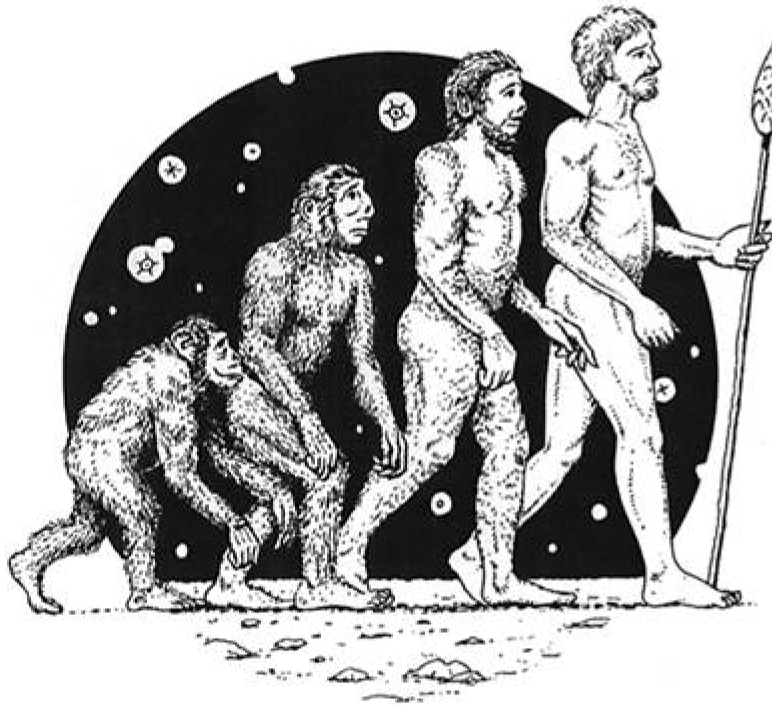
Totul începe să pară de o complexitate aproape imposibilă, iar în unele privinţe lucrurile sunt cu adevărat imposibil de complicate. Dar în toate acestea se regăseşte şi o simplitate fundamentală, datorată unei unităţi la fel de elementare, care se află la baza mecanismelor vieţii. Toate acele procese chimice simple şi măiestrite care animă celulele – eforturile de cooperare ale nucleotidelor, transcrierea ADN-ului în ARN – s-au dezvoltat o singură dată şi au rămas aproape neschimbate de atunci încoace în întreaga natură. După cum spunea regretatul genetician francez Jacques Monod, doar pe jumătate în glumă: „Tot ce este adevărat despre E. coli trebuie să fie adevărat şi pentru elefanţi, numai că într-o măsură mai mare”.

Orice fiinţă vie este o dezvoltare a unui unic plan original. Noi, oamenii, suntem nişte simple majorări – fiecare dintre noi reprezentând o arhivă mucegăită de adaptări, ajustări, modificări şi meşteriri providenţiale care se întind pe ultimii 3,8 miliarde de ani. Suntem chiar înrudiţi îndeaproape cu fructele şi legumele, remarcabil, nu-i aşa? Cam jumătate dintre funcţiile care se desfăşoară într-o banană sunt în esenţă identice cu cele care au loc în dumneavoastră.

Oricât de des am repeta acest lucru, nu este niciodată de ajuns: viaţa este una singură. Aceasta este, şi bănuiesc că

se va dovedi a fi pentru totdeauna, afirmaţia cel mai profund adevărată pe care ar putea-o face cineva vreodată.

Partea a VI-a
Calea către noi



„Ne tragem din maimuţe! Dragul meu, să sperăm că nu este adevărat, iar dacă este, să ne rugăm să nu afle toată lumea.”

Remarcă atribuită soţiei episcopului de Worcester, după ce i-a fost explicată teoria lui Darwin despre evoluţie

Capitolul 27

E vremea gheţurilor

„Am avut un vis care nu era deloc vis.

Strălucitorul soare era stins, iar stelele
Pieriseră...”

Byron, Întuneric

În 1815, pe insula Sumbawa din Indonezia, un munte frumos şi de multă vreme inactiv pe nume Tambora a explodat spectaculos. Suflul său violent şi seria de valuri seismice declanşate au ucis o sută de mii de oameni. Nimeni dintre noi, cei aflaţi acum în viaţă, nu a mai asistat la o asemenea furie. Explozia Tamborei a fost mult mai mare decât orice a văzut vreodată o fiinţă umană. A fost cea mai puternică explozie vulcanică din ultimii zece mii de ani – de o sută cincizeci de ori mai puternică decât explozia muntelui St Helens, echivalentul a 60.000 de bombe atomice de dimensiunile celei de la Hiroshima.

În acele vremuri, veştile nu circulau cu prea mare rapiditate. La Londra, The Times a publicat o scurtă relatare – de fapt, o scrisoare de la un comerciant – la şapte luni după eveniment. Până atunci, efectele Tamborei se făcuseră deja resimţite. Două sute patruzeci de kilometri cubi de cenuşă fumegândă, praf şi pietriş se împrăştiaseră în atmosferă, obturând lumina soarelui şi provocând o răcire a Pământului. Apusurile erau neobişnuit de colorate, dar în nuanţe tulburi, un efect surprins memorabil de artistul J.M.W. Turner, pentru care aceasta s-a dovedit a fi o ocazie minunată, dar restul lumii se afla ca sub un clopot de întuneric opresiv. Această obscuritate ucigătoare l-a inspirat pe Byron să scrie versurile citate mai sus.

Nu s-a mai făcut primăvară şi nici căldura nu a mai venit în vară: 1816 a ajuns cunoscut drept anul fără vară. Nicăieri nu au mai crescut culturile. În Irlanda, foametea asociată cu o epidemie de febră tifoidă a ucis 65.000 de oameni. În New England, anul a devenit cunoscut drept O Mie Opt Sute Îngheţ de Moarte. Bruma de dimineaţă a continuat să apară până în iunie şi aproape nicio sămânţă

de plantă nu a mai încolţit. Din lipsă de furaje, animalele au murit sau au trebuit sacrificate prematur. A fost un an teribil din toate punctele de vedere – în orice caz, a fost aproape cu certitudine cel mai rău an pentru fermierii vremurilor moderne. Şi totuşi, temperatura globală a scăzut cu mai puţin de 1 °C. Termostatul natural al Pământului, după cum aveau să afle oamenii de ştiinţă, este un instrument de o delicateţe extraordinară.

Secolul al XIX-lea era deja o epocă a frigului. Vreme de două sute de ani, Europa şi America de Nord trecuseră printr-o mică eră glaciară, după cum a ajuns ea cunoscută, care a făcut loc la tot felul de evenimente iernatice – târguri pe gheaţă pe Tamisa, curse de patinaj pe gheaţă pe canalele olandeze – imposibile în prezent. Cu alte cuvinte, a fost o perioadă în care răceala ocupa un loc important în mintea oamenilor. Aşa că am avea motive să îi iertăm pe geologii secolului al XIX-lea pentru că şi-au dat seama cu întârziere că lumea în care trăiau ei era în realitate blândă prin comparaţie cu epocile trecute şi că o bună parte din masa continentală din jurul lor fusese modelată prin sfărâmarea gheţarilor care se ciocneau şi prin friguri care ar fi stricat distracţia până şi la un târg de gheaţă.

Ştiau că trecutul ascundea ceva ciudat. Peisajul european era presărat cu anomalii inexplicabile – oasele renilor arctici găsite în sudul cald al Franţei, roci enorme eşuate în locuri neverosimile – şi, de multe ori, geologii au venit cu explicaţii inventive, dar nu din cale-afară de convingătoare. Un naturalist francez pe nume de Luc, în încercarea sa de a explica cum de au ajuns blocurile de granit să-şi găsească loc tocmai pe înălţimile de calcar din munţii Jura, a sugerat că s-ar fi putut ca acestea să fi fost aruncate acolo de aerul comprimat din caverne, asemenea gloanţelor de plută dintr-o puşcă de jucărie. Despre pietrele aflate în locuri nepotrivite se spune că sunt eratice, dar în secolul al XIX-lea termenul părea mai degrabă aplicabil teoriilor decât rocilor.

Marele geolog britanic Arthur Hallam a sugerat că, dacă părintele geologiei din secolul al XVIII-lea, James Hutton, ar fi vizitat Elveţia, ar fi observat imediat semnificaţia văilor sculptate, a striaţiilor netezite şi a liniilor inconfundabile care indicau vechi maluri, acolo unde fuseseră abandonate rocile, precum şi celelalte numeroase indicii care ne semnalau trecerea straturilor de gheaţă. Din nefericire, lui Hutton nu-i plăcea să călătorească. Dar, chiar pornind exclusiv de la relatări ale unor terţe persoane, Hutton a respins din start ideea că blocuri mari de rocă ar fi putut fi împinse până la o mie de metri în sus, pe panta muntelui, numai de inundaţii – el a subliniat că nici toate apele din lume nu ar putea face un bloc de stâncă să plutească – şi a fost unul dintre primii care au susţinut ideea unei glaciaţii extinse. Din nefericire, ideile sale au trecut complet neobservate şi astfel, încă o jumătate de secol, majoritatea naturaliştilor au continuat să susţină că urmele regulate de pe roci puteau să fi fost lăsate de căruţe sau chiar provocate de cuiele din bocanci.

Ţăranii locali, neinfluenţaţi de dogma ştiinţifică, înţelegeau însă mai bine cum stăteau lucrurile. Naturalistul Jean de Charpentier povestea cum în 1834 se plimba pe un drum de ţară cu un tăietor de lemne elveţian când au început să vorbească despre rocile aflate pe marginea drumului. Tăietorul de lemne i-a spus cu cel mai firesc aer din lume că blocurile de stâncă veniseră de la Grimsel, o zonă de granit aflată la o oarecare depărtare. „Când l-am întrebat cum îşi imagina că ajunseseră acele pietre pe locurile lor actuale, mi-a răspuns fără ezitare: «Gheţarul din Grimsel le-a transportat pe ambele părţi ale văii, pentru că, în trecut, el se întindea până în oraşul Berna».”

Charpentier era încântat pentru că şi el ajunsese la o părere similară, dar, când ridicase problema la întâlnirile ştiinţifice, ideea fusese respinsă. Unul dintre cei mai apropiaţi prieteni ai săi era un alt naturalist elveţian, Louis

Agassiz, care, după o perioadă iniţială de scepticism, a ajuns să accepte, ba chiar să îşi însuşească teoria.

Agassiz studiase la Paris sub îndrumarea lui Cuvier, iar acum deţinea postul de profesor de istorie naturală la Colegiul Neuchâtel din Elveţia. Un alt prieten al lui Agassiz, un botanist pe nume Karl Schimper, a fost primul care a folosit sintagma „eră glaciară” (în germană, Eiszeit) în 1837 şi a susţinut că existau dovezi clare care indicau că gheaţa se întinsese cândva în straturi grele nu doar peste Alpii elveţieni, ci şi peste o bună parte din Europa, Asia şi America de Nord. Era o idee radicală. I-a împrumutat notiţele lui Agassiz – apoi a ajuns să regrete amarnic, întrucât acesta primea din ce în ce mai mult recunoaşterea pentru ceea ce Schimper simţea cu o oarecare legitimitate că era teoria sa. Şi Charpentier a ajuns în final un duşman crunt al vechiului său prieten. Este foarte posibil ca un alt prieten, Alexander von Humboldt, să se fi gândit la Agassiz când a făcut observaţia că o descoperire ştiinţifică trece prin trei etape: la început, oamenii neagă că ar fi adevărată, apoi neagă că ar fi importantă, iar în final acordă recunoaşterea cui nu trebuie.

În orice caz, Agassiz şi-a însuşit complet domeniul. În încercarea sa de a înţelege dinamica glaciaţiunilor, a mers peste tot – din adâncurile crevaselor periculoase până pe cele mai abrupte vârfuri ale Alpilor, de multe ori, se pare, fără să fie conştient că el şi echipa sa erau primii care ajungeau acolo. Aproape peste tot, teoriile lui Agassiz erau întâmpinate cu un refuz neînduplecat. Humboldt i-a cerut insistent să revină la domeniul în care specializarea sa era recunoscută, fosilele de peşti, şi să renunţe la această obsesie nebunească a gheţii, dar Agassiz era un om posedat de o idee.

Teoria lui Agassiz a găsit şi mai puţin sprijin în Marea Britanie, unde majoritatea naturaliştilor nu văzuseră niciodată un gheţar şi, în cele mai multe cazuri, nici nu îşi puteau imagina forţa zdrobitoare pe care o poate exercita

un bloc masiv de gheaţă. „Oare chiar se poate ca zgârieturile şi netezirile să se datoreze doar gheţii?”, se întreba Roderick Murchison pe un ton batjocoritor la una dintre aceste întâlniri, gândindu-se evident la o rocă acoperită de un strat subţire şi sticlos. Şi, până la sfârşitul vieţii sale, şi-a exprimat cea mai sinceră neîncredere faţă de acei geologi „obsedaţi de gheaţă” care îşi închipuiau că gheţarii pot explica atât de multe lucruri. William Hopkins, profesor la Cambridge şi membru de seamă al Societăţii Geologice, susţinea aceeaşi opinie, argumentând că ideea potrivit căreia gheaţa putea transporta blocuri de piatră conţinea „absurdităţi mecanice atât de evidente”, încât nu era demnă de atenţia societăţii.

Fără să se lase descumpănit, Agassiz a călătorit neobosit pentru a-şi promova teoria. În 1840, a citit o lucrare la o întrunire a Asociaţiei Britanice pentru Progresul Ştiinţei din Glasgow, la care a fost criticat pe faţă de însuşi marele Charles Lyell. În anul următor, Societatea Geologică din Edinburgh a adoptat o rezoluţie prin care recunoştea că teoria ar putea avea oarecare valoare, dar că era absolut sigur faptul că nimic din ea nu se aplica în cazul Scoţiei.

Într-un târziu, Lyell şi-a reconsiderat poziţia. Momentul de epifanie s-a produs atunci când şi-a dat seama că o morenă, adică o grămadă de sfărâmături de stâncă din apropierea proprietăţii familiei sale din Scoţia, pe lângă care trecuse de sute de ori înainte, putea fi înţeleasă numai dacă accepta ideea că un gheţar o transportase până acolo. Dar, după ce s-a convertit la noua teorie, Lyell şi-a pierdut curajul şi a refuzat să susţină public ideea glaciaţiunilor. Agassiz traversa o perioadă de frustrări. Căsnicia lui era pe butuci, Schimper îl acuza vehement că i-a furat ideile, Charpentier nu-i mai vorbea deloc, iar cel mai mare geolog în viaţă nu-i oferea decât o susţinere oscilantă şi inconsistentă.

În 1846, Agassiz a plecat în America să susţină o serie de conferinţe şi acolo şi-a găsit în sfârşit recunoaşterea după

care tânjea. Universitatea Harvard i-a oferit o catedră şi i-a construit un muzeu de primă mână, Muzeul de Zoologie Comparată. Fără îndoială că l-a ajutat foarte mult şi faptul că s-a stabilit în New England, unde iernile lungi erau propice adoptării ideii unor perioade de frig interminabile. De asemenea, a fost de mare folos faptul că, la şase ani după sosirea lui, prima expediţie ştiinţifică în Groenlanda a atestat faptul că aproape întregul semicontinent era acoperit de un strat de gheaţă care semăna foarte bine cu stratul străvechi pe care-l descria teoria lui Agassiz. Într-un mult aşteptat final, ideile sale începeau să capete rădăcini adevărate. Principala lacună a teoriei lui Agassiz era faptul că erele sale glaciare nu păreau să aibă o cauză. Dar era pe cale să primească ajutor dintr-o direcţie neprevăzută.

În anii 1860, jurnalele ştiinţifice şi alte publicaţii savante din Marea Britanie au început să primească lucrări despre hidrostatică, electricitate şi alte subiecte ştiinţifice de la un anume James Croll de la Universitatea Anderson din Glasgow. Una dintre acestea, care descria felul în care variaţiile orbitei Pământului ar fi putut declanşa erele glaciare, a fost publicată în Philosophical Magazine în 1864 şi a fost imediat recunoscută drept o lucrare de cea mai înaltă calitate ştiinţifică. Prin urmare, nu mică a fost surpriza, şi poate chiar jena, celor implicaţi atunci când s-a aflat că acest Croll nu era deloc un om de ştiinţă al universităţii, ci doar îngrijitor în cadrul acesteia.

Născut în 1821, Croll a crescut în sărăcie, iar educaţia lui instituţionalizată s-a încheiat la vârsta de treisprezece ani. A avut o mulţime de slujbe – ca tâmplar, agent de asigurări, intendent la un hotel în care alcoolul era interzis –, înainte să găsească slujba de îngrijitor la Universitatea Anderson (acum Universitatea Strathclyde) din Glasgow. După ce a reuşit cumva să îşi convingă fratele să-i facă cea mai mare parte din muncă, el s-a aranjat astfel încât să petreacă numeroase seri liniştite în biblioteca universităţii, învăţând singur fizică, mecanică, astronomie, hidrostatică

şi celelalte ştiinţe la modă în acele zile, iar treptat a început să scrie o serie de lucrări ce puneau un accent deosebit pe mişcările Pământului şi efectele acestora asupra climatului.

Croll a fost primul care a sugerat că modificările ciclice ale formei orbitei Pământului, de la elipsă (adică uşor ovală) la aproape cerc şi apoi din nou la elipsă, ar putea explica instalarea şi retragerea epocilor glaciare. Nimeni nu se mai gândise vreodată să explice variaţiile climatice de pe Pământ prin prisma astronomiei. Aproape exclusiv mulţumită convingătoarei teorii a lui Croll, publicul din Marea Britanie a început să devină mai receptiv la ideea că, în anumite momente din trecut, unele părţi ale Pământului s-au aflat sub apăsarea gheţii. Când i-au fost recunoscute ingeniozitatea şi aptitudinile ştiinţifice, Croll a primit o slujbă la Institutul Geologic din Scoţia şi numeroase alte onoruri: a fost făcut membru al Academiei Regale din Londra, al Academiei de Ştiinţe din New York şi a primit un titlu onorific din partea Universităţii St Andrews printre multe altele.

Din păcate, tocmai pe când teoria lui Agassiz începuse în sfârşit să îşi găsească susţinători în Europa, acesta era ocupat să îşi ducă teoria în sfere tot mai exotice, peste ocean. A început să vadă dovezi ale trecerii gheţarilor practic oriunde îşi întorcea ochii, inclusiv în apropierea ecuatorului. În final, a ajuns să fie convins că, la un moment dat, gheaţa acoperise întregul Pământ şi distrusese toate formele de viaţă pe care mai apoi Dumnezeu le recrease. Niciuna dintre dovezile citate de Agassiz nu susţinea această idee. Cu toate acestea, în ţara sa de adopţie, statutul său a tot crescut până când a ajuns la un pas de zeificare. În 1873, la moartea sa, Universitatea Harvard a considerat necesar să numească trei profesori pentru a-i lua locul.

Şi totuşi, aşa cum se întâmplă uneori, teoriile sale s-au demodat rapid. La mai puţin de un deceniu de la moartea sa, succesorul său la catedra de geologie de la Harvard

scria că „aşa-numitele ere glaciare… atât de populare acum câţiva ani în rândul geologilor glaciaţiunilor pot fi acum excluse fără ezitare”.

Parţial, problema se datora calculelor lui Croll, care sugerau că cea mai recentă glaciaţie ar fi avut loc cu optzeci de mii de ani în urmă, în vreme ce tot mai multe dovezi ştiinţifice indicau faptul că Pământul suferise o transformare dramatică mult mai recentă. În lipsa unei explicaţii plauzibile referitoare la o posibilă cauză a erelor glaciare, teoria a rămas oarecum în suspensie şi probabil că ar fi rămas la fel destul de multă vreme dacă nu ar fi existat un om de ştiinţă sârb pe nume Milutin Milancovici, care nu avea niciun fel de pregătire ştiinţifică în privinţa mişcărilor cereşti – era de meserie inginer mecanic –, dar care, la începutul anilor 1900, a căpătat o pasiune deosebită pentru acest subiect. Milancovici şi-a dat seama că teoria lui Croll păcătuia nu prin aceea că era greşită, ci pentru că era prea simplă.

Pe măsură ce Pământul se mişcă în spaţiu, el nu este supus doar variaţiilor de lungime şi de formă ale orbitei sale, ci şi unor schimbări ritmice ale unghiului de orientare faţă de Soare – înclinaţia, direcţia şi rotaţia –, toate acestea afectând durata şi intensitatea cu care căldura Soarelui cade pe fiecare bucăţică de sol. Este supus cu precădere la trei schimbări de poziţie, cunoscute ştiinţific drept oblicitate, precesiune şi excentricitate, la intervale lungi de timp. Milancovici s-a întrebat dacă ar putea exista cumva vreo relaţie între aceste cicluri complexe şi instalarea şi retragerea erelor glaciare. Dificultatea provenea din aceea că ciclurile aveau lungimi extrem de diferite – aproximativ 20.000, 40.000 şi, respectiv, 100.000 de ani, în fiecare caz cu o variaţie de până la câteva mii de ani –, ceea ce însemna că stabilirea punctelor de intersecţie dintre ele de-a lungul unor perioade lungi necesita o serie aproape nesfârşită de calcule de o minuţiozitate extremă. Pe scurt,

Milancovici ar fi trebuit să afle unghiul şi durata radiaţiei venite de la Soare pe fiecare latitudine a Pământului, pentru fiecare anotimp, pe parcursul a un milion de ani, ajustate în funcţie de trei variabile aflate în permanentă schimbare.

Din fericire, acest gen de efort repetitiv se potrivea perfect cu temperamentul lui Milancovici. În următorii douăzeci de ani, chiar şi în perioada vacanţelor, a lucrat fără încetare cu creionul şi rigla de calcul, alcătuind tabelele ciclurilor – muncă ce acum ar putea fi făcută într-o zi sau două cu ajutorul unui computer. Toate calculele trebuiau făcute în timpul său liber, dar brusc, în 1914, Milancovici a ajuns să aibă o mulţime de timp liber atunci când a izbucnit Primul Război Mondial, iar el a fost arestat din cauza situaţiei sale de rezervist din armata sârbă. În următorii patru ani, şi-a petrecut cea mai mare parte a timpului într-o stare de arest permisiv la domiciliu, în Budapesta, cu unica obligaţie de a se prezenta la poliţie o dată pe săptămână. Restul timpului şi-l petrecea lucrând în biblioteca Academiei Ungare de Ştiinţe. A fost probabil cel mai fericit prizonier de război care a existat vreodată.

Rezultatul final al mâzgălelilor lui tenace a fost cartea Mathematical Climatology and the Astronomical Theory of Climatic Changes (Climatologie matematică şi teoria astronomică a schimbărilor climatice) din 1930. Milancovici a intuit corect că exista o legătură între glaciaţiuni şi oscilaţiile planetare, chiar dacă, asemenea majorităţii oamenilor, a presupus că era o înăsprire treptată a iernilor, care a condus la aceste lungi epoci de frig. Cel care a înţeles că procesul era de fapt mai subtil şi mai descumpănitor a fost meteorologul ruso-german Wladimir Köppen – socrul prietenului nostru Alfred Wegener, cel cu plăcile tectonice.

Köppen a decis că rădăcinile glaciaţiunilor trebuie căutate în verile reci, şi nu în iernile aspre. Dacă verile sunt prea reci ca să topească toată zăpada care cade pe o

anumită suprafaţă, o altă parte a luminii care vine de la soare este trimisă înapoi de suprafaţa reflectorizantă, exacerbând efectul de răcire şi provocând căderea unor noi zăpezi. Şi astfel, consecinţa se perpetuează de la sine. Pe măsură ce zăpada se acumulează sub forma unui strat de gheaţă, regiunea se răceşte, facilitând noi acumulări de gheaţă. Glaciologul Gwen Schultz nota: „Nu neapărat cantitatea de zăpadă este cea care conduce la acumularea straturilor de gheaţă, ci faptul că zăpada, oricât de puţină, rămâne acolo”. Se crede că o glaciaţiune ar putea începe fie şi numai de la o singură vară atipică. Zăpada rămasă reflectă căldura şi exacerbează efectul de răcire. „Procesul se autoperpetuează, de neoprit, iar gheaţa începe să se mişte de îndată ce se acumulează în cantităţi suficiente”, spune McPhee. Şi aşa obţinem gheţari în mişcare şi o glaciaţiune.

În anii 1950, din cauza lacunelor tehnologiei de datare, oamenilor de ştiinţă le-a fost imposibil să coreleze ciclurile atent calculate ale lui Milancovici cu datele glaciaţiunilor, aşa cum erau ele presupuse la acea vreme, motiv pentru care Milancovici şi calculele sale au pierdut tot mai mult teren. Acesta a murit în 1958, fără să fi putut dovedi corectitudinea ciclurilor sale. La acel moment, potrivit unui istoric al vremii, „ar fi fost foarte greu să găseşti un geolog sau un meteorolog care să considere modelul ceva mai mult decât o curiozitate istorică”. Teoriile sale au fost în sfârşit dovedite abia în anii 1970, odată cu perfecţionarea unei metode de datare a sedimentelor vechi din bazinul oceanic pe bază de potasiu-argon.

Numai ciclurile lui Milancovici nu sunt suficiente pentru a explica ciclurile glaciaţiunilor. Sunt implicaţi numeroşi alţi factori – nu dintre cei mai neimportanţi fiind aşezarea continentelor, în special prezenţa maselor continentale peste poli –, dar detaliile acestor implicaţii nu sunt încă suficient înţelese. Însă s-a sugerat că, dacă am împinge America de Nord, Eurasia şi Groenlanda cu numai 500 km

spre nord, am ajunge la glaciaţiuni permanente. Se pare că suntem oricum foarte norocoşi că ne bucurăm cât de cât de vreme bună. Şi mai puţin înţelese sunt ciclurile de îmblânzire relativă dintre două glaciaţiuni, cunoscute drept perioade interglaciare. Este uşor deconcertant să te gândeşti că întreaga istorie a omenirii, cea pe care noi o considerăm importantă – dezvoltarea agriculturii, crearea oraşelor, apariţia matematicii, a scrisului şi a ştiinţelor şi toate celelalte –, a avut loc într-o perioadă atipică de vreme bună. Perioadele interglaciare precedente au durat numai opt mii de ani, în vreme ce a noastră a depăşit deja zece mii.

Realitatea este că ne aflăm încă într-o glaciaţiune; doar că este cumva una mai restrânsă – dar mai puţin restrânsă decât îşi imaginează majoritatea oamenilor. În perioada de vârf a ultimei glaciaţiuni, acum circa douăzeci de mii de ani, aproximativ 30% din suprafaţa continentală a Pământului era sub gheaţă. Zece la sută încă mai este. (Şi alţi 14% se află în permafrost.) Trei pătrimi din toată apa dulce a Pământului este şi acum sub formă de gheaţă, iar ambii poli sunt acoperiţi de calote glaciare – situaţie care s-ar putea dovedi unică în istoria Pământului. Poate că nouă ni se pare firesc ca aproape întreaga lume să cunoască ierni cu zăpadă şi gheţari permanenţi, chiar şi în zone temperate, cum ar fi Noua Zeelandă, dar pentru planetă este o situaţie dintre cele mai neobişnuite.

În cea mai mare parte a istoriei sale, până în vremuri destul de recente, Pământul a fost în general cald, fără zone de gheaţă permanente. Această epocă de gheaţă – de fapt, o perioadă glaciară – a început acum circa patruzeci de milioane de ani şi a avut faze de la cele mai ucigătoare până la nu tocmai rele. Noi trăim într-unul dintre puţinele intervale nu tocmai rele. Perioadele glaciare tind să şteargă urmele glaciaţiunilor precedente, aşadar, cu cât ne întoarcem mai mult în trecut, cu atât imaginea este mai schematică, dar se pare că am traversat cel puţin

şaptesprezece episoade glaciare severe în ultimii circa două milioane şi jumătate de ani – tocmai perioada care coincide cu apariţia lui Homo erectus în Africa, urmată de evoluţia oamenilor moderni. Doi dintre vinovaţii cel mai des citaţi pentru actuala perioadă glaciară sunt ridicarea lanţului Himalaya şi formarea Istmului Panama, primul pentru că a perturbat curenţii de aer, iar al doilea pe cei oceanici. India, cândva o insulă, a intrat cu 2.000 de kilometri în masa continentală asiatică în decursul ultimilor 45 de milioane de ani, ridicând nu doar Himalaya, ci şi vastul platou tibetan din spatele său. A apărut ipoteza că relieful mai înalt nu doar că era mai rece, ci a modificat direcţia vânturilor, îndreptându-le spre nord şi spre America de Nord, crescând astfel posibilitatea unor lungi perioade reci. Apoi, cam acum cinci milioane de ani, din mare a început să se ridice Istmul Panama, închizând culoarul dintre America de Nord şi America de Sud, blocând circulaţia curenţilor calzi dintre Pacific şi Atlantic şi schimbând tiparul precipitaţiilor în cel puţin jumătate de lume. Una dintre consecinţele acestor schimbări a fost uscarea excesivă a Africii, ceea ce a determinat maimuţele să coboare din copaci şi să îşi caute noi posibilităţi de supravieţuire în savanele care începuseră să ia naştere.

În orice caz, dată fiind dispunerea actuală a oceanelor şi a continentelor, se pare că gheaţa va face parte din viitorul nostru multă vreme de acum înainte. Potrivit lui John McPhee, ne putem aştepta la încă aproximativ cincizeci de episoade glaciare, fiecare cu o durată de circa 100.000 de ani, înainte să putem spera la un dezgheţ mai prelungit.

Până acum 50 de milioane de ani, Pământul nu trecea prin perioade glaciare regulate, dar când apărea una era colosală. Acum circa 2,2 miliarde de ani s-a produs o îngheţare masivă, urmată de circa un miliard de ani de căldură. A urmat apoi o glaciaţiune chiar mai puternică decât prima – atât de puternică, încât unii oameni de ştiinţă

numesc perioada în care aceasta a apărut criogen sau superglaciaţiunea. Denumirea populară pentru această stare este Pământul-bulgăre de zăpadă.

Dar imaginea bulgărelui de zăpadă este departe de a surprinde asprimea ucigătoare a realităţii. Teoria spune că o scădere a radiaţiei solare cu circa şase la sută şi o scădere a producţiei (sau retenţiei) de gaze de seră au împiedicat practic Pământul să îşi mai păstreze căldura. A devenit un fel de Antarctică generalizată. Temperaturile au scăzut brusc cu până la 45 °C. Ne putem imagina că întreaga suprafaţă a planetei era îngheţată bocnă, că gheaţa oceanului atingea grosimea de 800 m la latitudini mai mari şi de zeci de metri chiar şi la tropice.

Toate acestea ridică o problemă serioasă, deoarece dovezile geologice indică prezenţa gheţii peste tot, inclusiv în jurul ecuatorului, în vreme ce datele biologice sugerează cu aceeaşi claritate că undeva trebuie să fi existat apă lichidă. În primul rând, cianobacteriile au supravieţuit experienţei şi au reuşit fotosinteza. Pentru aceasta, aveau nevoie de lumină solară, dar, aşa cum ştiţi, dacă aţi încercat vreodată să priviţi prin gheaţă, aceasta devine rapid opacă, iar după câţiva metri nu mai lasă să treacă niciun pic de lumină. S-au sugerat două posibilităţi: una ar fi aceea că a mai rămas totuşi puţină apă oceanică la suprafaţă (poate din cauza vreunei încălziri locale deasupra unui punct fierbinte); cealaltă spune că gheaţa s-ar fi putut forma într-un asemenea mod, încât a rămas totuşi translucidă – situaţie ce apare uneori în natură.

Dacă Pământul ar fi îngheţat complet, atunci se ridică extrem de dificila întrebare: cum s-a mai încălzit la loc? O planetă îngheţată reflectă o parte atât de mare din căldură, încât ar trebui să rămână îngheţată pentru totdeauna. Se pare că salvarea noastră ar fi putut veni din interiorul incandescent al Pământului. Şi din nou se pare că suntem îndatoraţi tectonicii, pentru că ne-a permis să existăm. Ideea ar fi că am fost salvaţi de vulcani, care şi-au croit

drum prin suprafaţa îngropată sub gheaţă, împingând afară căldură masivă şi gazele care au topit zăpezile şi au permis formarea unei noi atmosfere. Interesant este faptul că sfârşitul acestui episod al superîngheţului a fost marcat de explozia cambriană – primăvara istoriei vieţii. În realitate, s-ar putea ca lucrurile să nu se fi petrecut chiar atât de lin. Pe măsură ce se încălzea, Pământul a cunoscut probabil cea mai de temut vreme imaginabilă, cu uragane a căror forţă ridica valuri de înălţimea zgârie-norilor şi ploi de o intensitate incredibilă.

În tot acest timp, viermii tubulari şi moluştele, precum şi alte vieţuitoare ce trăiau pe fundurile oceanului şi-au continuat probabil viaţa, de parcă nu s-ar fi întâmplat nimic neobişnuit, dar toate celelalte forme de viaţă de pe Pământ s-au apropiat la limită de dispariţia completă. Însă toate s-au întâmplat atât de demult, încât în acest moment pur şi simplu nu putem afla mai nimic.

Prin comparaţie cu violenţa superglaciaţiunii, perioadele glaciare din vremurile mai recente par destul de mărunte, dar ele sunt evident imense în raport cu ceea ce întâlnim acum pe Pământ. Stratul de gheaţă de la ultima eră glaciară (Wisconsian), care a acoperit o bună parte din Europa şi America de Nord, avea pe alocuri peste trei kilometri grosime şi înainta cu o viteză de circa 120 de metri pe an. Trebuie să fi fost o privelişte uluitoare. Chiar şi la margine, stratul de gheaţă ar fi putut avea aproape 800 m grosime. Imaginaţi-vă cum ar fi să staţi la baza unui perete de gheaţă de o asemenea înălţime. Dincolo de această margine, pe o arie măsurată în milioane de kilometri pătraţi, să nu fie nimic altceva decât gheaţă, prin care nu ar răzbi decât ici şi colo câteva dintre cele mai înalte piscuri. Întregi continente s-au încovoiat sub greutatea gheţii şi, chiar şi acum, la 12.000 de ani după retragerea gheţarilor, încă mai încearcă să se ridice la loc. Pe lângă stâncile şi lungile şiruri de morene glaciare presărate peste tot, în lenta lor alunecare, straturile de

gheaţă au lăsat în urmă întregi mase continentale – Long Island, Cape Cod şi Nantucket sunt doar câteva dintre acestea. Nici nu este de mirare că geologii dinaintea lui Agassiz au avut atâtea dificultăţi în a-şi imagina monumentala lor capacitate de a remodela peisajul.

Dacă straturile de gheaţă ar începe să avanseze din nou, nimic din arsenalul nostru nu le-ar putea opri. În 1964, la Prince William Sound, în Alaska, unul dintre cele mai întinse câmpuri glaciare din America de Nord, s-a produs cel mai puternic cutremur de pământ înregistrat vreodată pe acest continent, măsurând 9,2 grade pe scara Richter. De-a lungul faliei, pământul s-a ridicat cu până la şase metri, iar cutremurul a fost atât de violent, încât apa s-a revărsat în heleşteiele din Texas. Şi ce efect a avut această nemaiîntâlnită scuturătură asupra gheţarilor din Prince William Sound? Niciunul! Au înghiţit-o şi au mers mai departe.

Multă vreme s-a crezut că intrarea şi ieşirea din erele glaciare se fac treptat, de-a lungul a sute sau mii de ani, dar acum ştim că lucrurile au stat cu totul altfel. Graţie gheţarilor din Groenlanda, avem o înregistrare detaliată a climatului de-a lungul unei perioade de peste o sută de mii de ani, iar informaţiile de acolo nu sunt deloc liniştitoare. Ele ne arată că cea mai mare parte a istoriei recente a Pământului este departe de imaginea stabilă şi liniştită pe care şi-a format-o civilizaţia şi că planeta s-a zbuciumat violent între perioade de căldură şi răcire aprigă.

Spre finele ultimei mari ere glaciare, acum circa 12.000 de ani, Pământul a început să se încălzească, şi încă destul de rapid, pentru ca apoi să cadă brusc înapoi într-un frig muşcător de o mie de ani, eveniment cunoscut în istoria ştiinţei drept Younger Dryas. (Numele provine de la arginţică, aflată printre primele care au recolonizat Pământul după retragerea gheţarilor. A mai existat şi o perioadă numită Older Dryas, dar nu la fel de aspră.) La

sfârşitul acestui atac violent de o mie de ani, temperaturile medii au făcut un nou salt înainte cu până la 4 °C în douăzeci de ani; poate nu vi se pare o schimbare dramatică, dar este ca şi cum am trece de la climatul scandinav la cel mediteraneean în numai două decenii. La nivel local, schimbările au fost chiar mai dramatice. Gheţarii din Groenlanda ne arată că temperaturile s-au modificat acolo cu până la 8 °C în zece ani, modificând drastic căderile de precipitaţii şi condiţiile de creştere. Chiar şi pentru o planetă firav populată, aceasta trebuie să fi fost o destabilizare majoră. În prezent, consecinţele ar fi inimaginabile.

Cel mai alarmant este faptul că nu avem nici cea mai vagă idee – absolut niciuna – despre fenomenele naturale care ar putea zdruncina atât de puternic termometrul Pământului. Elizabeth Kolbert remarca într-un articol din The New Yorker: „Nicio forţă externă cunoscută, nici măcar vreuna dintre cele presupuse, nu pare capabilă să arunce temperatura înainte şi înapoi atât de violent şi atât de des pe cât ne arată aceşti gheţari că s-ar fi întâmplat”. Ea adaugă că pare să existe „o vastă şi cumplită buclă de feedback” ce implică oceanele şi perturbarea tiparelor normale ale circulaţiei oceanice, dar suntem departe de a înţelege toate acestea.

Una dintre teorii spune că influxul masiv de apă topită în mări, la începutul perioadei Younger Dryas, a redus salinitatea şi deci densitatea oceanelor nordice, obligând Curentul Golfului să vireze spre sud, asemenea unui şofer care încearcă să evite o coliziune. Lipsite de căldura Curentului Golfului, latitudinile nordice au revenit la starea de îngheţ. Dar această teorie este departe de a explica de ce, o mie de ani mai târziu, când Pământul s-a reîncălzit, Curentul Golfului nu a mai deviat ca înainte. Am primit în schimb o perioadă de linişte neobişnuită, cunoscută drept holocen, în care trăim acum.

Nu avem niciun motiv să presupunem că această perioadă de stabilitate climatică ar trebui să mai dureze mult. Ba chiar sunt autorităţi în materie care cred că ne aşteaptă lucruri mult mai rele. Pare firesc să presupunem că încălzirea globală ar putea acţiona ca o contrapartidă convenabilă la tendinţa Pământului de a cădea înapoi în glaciaţiune. Însă, aşa cum sublinia Kolbert, când te confrunţi cu un climat fluctuant şi imprevizibil, „ultimul lucru pe care ţi-l doreşti este să desfăşori asupra lui un experiment vast, imposibil de controlat”. S-a ajuns chiar la sugestia, mult mai plauzibilă decât ar părea la prima vedere, că s-ar putea induce o eră glaciară printr-o creştere a temperaturilor. Motivul ar fi că o uşoară încălzire ar creşte rata evaporării şi ar mări stratul de nori, ceea ce, la latitudini mari, determină acumulări mai accentuate de zăpadă. Mai mult, deşi paradoxal, ar fi perfect plauzibil ca încălzirea globală să ducă la o puternică răcire la nivel local în America de Nord şi în nordul Europei.

Climatul este rezultatul atâtor variabile – creşterea şi scăderea nivelurilor de dioxid de carbon, deplasarea continentelor, activitatea solară, oscilaţiile sistematice ale ciclurilor lui Milancovici –, încât este tot atât de dificil să prezici evenimente viitoare pe cât este să le înţelegi pe cele din trecut. Multe ne depăşesc pur şi simplu. De exemplu, Antarctica: cel puţin douăzeci de milioane de ani după ce s-a aşezat peste Polul Sud, Antarctica a fost acoperită de plante, fără pic de gheaţă. Acest lucru nu ar fi trebuit să fie posibil.

Nu mai puţin curioase sunt câteva tipuri cunoscute de dinozauri târzii. Geologul britanic Stephen Drury scria că pădurile de până la 10° latitudine de la Polul Nord au adăpostit animale mari, inclusiv Tyrannosaurus rex. „E un lucru bizar, pentru că la aceste latitudini mari trei luni din an este întuneric continuu”, scrie acesta. Mai mult, acum există dovezi că aceste latitudini înalte au cunoscut ierni aspre. Studiile cu izotopi de oxigen sugerează că în

regiunea Fairbanks, Alaska, climatul din cretacicul târziu era foarte asemănător cu cel de acum. Şi atunci, ce căuta acolo tiranozaurul? Fie migra sezonier pe distanţe enorme, fie îşi petrecea mare parte din an pe întuneric, în munţii de zăpadă. În Australia – care la acea vreme avea o orientare mai polară –, retragerea către climate mai calde era imposibilă. Nu putem decât să ne imaginăm cum au reuşit dinozaurii să supravieţuiască în asemenea condiţii.

Nu ar trebui să scăpăm din vedere faptul că, dacă straturile de gheaţă ar începe să se formeze din nou, indiferent din ce motiv, acum au şi mai multă apă din care să se aprovizioneze. Marile Lacuri, Golful Hudson, nenumăratele lacuri ale Canadei – niciunul dintre ele nu exista pe vremea ultimei glaciaţiuni. Acestea nu au alimentat-o, ci au fost create de ea.

Pe de altă parte, următoarea fază a istoriei noastre ar putea însemna topirea unei cantităţi considerabile de gheaţă, şi nu formarea ei. Dacă toate calotele glaciare s-ar topi, nivelul mării ar creşte cu 60 de metri – cât înălţimea unei clădiri cu douăzeci de etaje – şi toate oraşele de pe coastă din întreaga lume ar fi inundate. Pe termen scurt, mai probabilă pare prăbuşirea calotei glaciare din vestul Antarcticii. În ultimii cincizeci de ani, apele din jurul său s-au încălzit cu 2,5°C, iar blocurile de gheaţă prăbuşite s-au înmulţit dramatic. O prăbuşire a întregii calote este cu atât mai probabilă, având în vedere profilul geologic de sub gheţari. În acest caz, nivelul mării la scară globală ar creşte – şi încă destul de rapid – în medie cu 4,5 până la 6 metri.

Extraordinar este faptul că noi nu ştim care alternativă este mai probabilă: un viitor în care ne aşteaptă eoni întregi de frig ucigător sau un viitor la fel de nemăsurat de căldură vaporoasă. Un lucru este cert: trăim pe muchie de cuţit.

În treacăt fie spus, pe termen lung, erele glaciare nu sunt nici pe departe rele pentru planetă. Ele sfărâmă rocile, lăsând în urmă soluri noi de o incredibilă bogăţie şi creează

noi lacuri cu apă dulce, care asigură posibilităţi extinse de hrănire pentru sute de specii de fiinţe. Tim Flannery remarca: „Pentru a determina soarta oamenilor de pe un continent, trebuie să-ţi pui o singură mare întrebare despre acel continent: a avut o bună glaciaţiune?”. Şi, cu acest gând în minte, este timpul să ne ocupăm de o specie de maimuţe care a avut o eră glaciară chiar foarte bună.

Capitolul 28

Misteriosul biped

Chiar înainte de Crăciunul lui 1887, un tânăr medic olandez cu un nume foarte neolandez, Marie Eugène François Thomas Dubois[62], a sosit în Sumatra, în Indiile Orientale Olandeze, cu intenţia de a descoperi cele mai timpurii rămăşiţe omeneşti de pe Pământ.

Această aventură avea câteva aspecte extraordinare. Pentru început, nimeni nu mai plecase vreodată în căutare de oase omeneşti străvechi. Tot ceea ce fusese descoperit până atunci era o întâmplare şi nimic din biografia lui Dubois nu sugera că acesta ar fi fost candidatul ideal pentru a demara un proces deliberat. Era, ca pregătire, anatomist, fără cunoştinţe de paleontologie, şi nici nu exista vreun motiv special să presupunem că în Indiile Orientale ar exista rămăşiţe ale oamenilor primitivi. Logica spunea că, dacă aveau să fie descoperite rămăşiţele oamenilor străvechi, aceasta urma să se întâmple pe o masă continentală largă şi îndelung populată, nu pe un arhipelag ca o fortăreaţă izolată. Dubois era mânat spre Indiile Orientale doar de o bănuială, disponibilitatea unei slujbe şi o informaţie potrivit căreia Sumatra era plină de peşteri, mediul în care fuseseră descoperite până atunci cele mai importante fosile hominide[63]. Cel mai

surprinzător dintre toate aceste lucruri – am putea spune chiar aproape miraculos – este că el a găsit ceea ce căuta.

În momentul în care Dubois îşi concepea planul de cercetare a verigii lipsă, inventarul fosilelor umane era foarte sumar: cinci schelete incomplete de oameni de Neandertal, un maxilar parţial de provenienţă necunoscută şi vreo şase oameni din era glaciară, descoperiţi cu puţin timp înainte de muncitorii de la căile ferate, într-o peşteră de lângă stânca numită Cro-Magnon, în apropiere de Les Eyzies, Franţa. Dintre specimenele de oameni de Neandertal, cel mai bine conservat zăcea nebăgat în seamă pe o etajeră din Londra. Fusese descoperit de muncitorii care dinamitau piatră într-o carieră din Gibraltar în 1848, prin urmare, conservarea în sine era o minune, dar nimeni nu apreciase încă, din nefericire, valoarea sa. După ce a fost descris pe scurt la o întâlnire a Societăţii Ştiinţifice a Gibraltarului, a fost trimis la Hunterian Museum, unde a rămas neatins, cu excepţia ocazionalelor ştergeri de praf, vreme de peste o jumătate de secol. Prima descriere formală a fost făcută abia în 1907 de către un geolog pe nume William Sollas, un om „cu competenţe vagi în anatomie”.

Aşadar, renumele şi recunoaşterea pentru descoperirea primelor rămăşiţe de oameni străvechi i-au revenit Văii Neander din Germania – şi aceasta nu este rău deloc, se pare, pentru că, printr-o bizară coincidenţă, Neander înseamnă în limba greacă „om nou”. În 1856, lucrătorii de la o altă carieră au descoperit în peretele unei stânci de deasupra râului Düssel nişte oase cu aspect bizar, pe care i le-au dat unui învăţător din localitate, despre care ştiau că este interesat de toate lucrurile naturale. Spre marele său merit, profesorul, pe nume Johann Karl Fuhlrott, şi-a dat seama că oasele aparţineau unui nou tip de oameni, chiar dacă detaliile despre ce fel de tip şi cât de special era urmau să fie subiect de mare dispută mulţi ani după aceea.

Mulţi au refuzat să accepte până şi faptul că oasele neandertaliene erau foarte vechi. August Mayer, profesor la Universitatea din Bonn şi un om cu mare influenţă, a insistat că oasele îi aparţineau de fapt unui soldat cazac mongol care fusese rănit pe când lupta în Germania, în 1814, şi se târâse până în peşteră ca să moară acolo. Auzind asta, englezul T.H. Huxley a constatat sec cât de remarcabil era faptul că soldatul, deşi rănit de moarte, se căţărase pe o stâncă înaltă de douăzeci de metri, se debarasase de haine şi de toate efectele personale, închisese ermetic intrarea în peşteră şi se îngropase la o jumătate de metru sub pământ. Un alt antropolog, încercând să explice linia accentuată a sprâncenelor neandertalianului, a sugerat că ar fi fost rezultatul unei îndelungate încruntări, datorată unei fracturi prost vindecate a antebraţului. (În graba lor de a respinge ideea oamenilor primitivi, autorităţile erau de multe ori dispuse să înghită cele mai bizare posibilităţi. Cam în acelaşi moment în care Dubois se pregătea să plece în Sumatra, un schelet descoperit în Périgueux a fost declarat cu mare siguranţă ca fiind de eschimos. Nu s-a explicat niciodată prea clar cam ce făcea mai exact un eschimos în sud-vestul Franţei. De fapt, era un Cro-Magnon timpuriu.)

Cam în acest context îşi începe Dubois căutarea rămăşiţelor oamenilor primitivi. Nu s-a apucat să sape el însuşi, ci a folosit cincizeci de puşcăriaşi pe care i-i împrumutase autoritatea olandeză. Vreme de un an, au lucrat în Sumatra, apoi s-au mutat în Java, iar acolo, în 1891, Dubois – sau mai bine zis echipa lui, pentru că Dubois însuşi rareori vizita siturile de excavări – a descoperit o secţiune de craniu primitiv, cunoscută acum sub numele de calota de la Trinil. Deşi era doar o parte de craniu, aceasta a arătat că deţinătorul său avea trăsături nonumane distincte, dar un creier mult mai mare decât al oricărei maimuţe. Dubois l-a numit Anthropithecus erectus (schimbat mai târziu în Pithecanthropus erectus, din motive

tehnice) şi l-a declarat ca fiind veriga lipsă dintre maimuţă şi oameni. Curând, a devenit cunoscut sub numele de „Omul de Java”, pe care noi îl ştim astăzi sub numele de Homo erectus.

În anul următor, muncitorii lui Dubois au descoperit un femur practic complet, care arăta surprinzător de actual. Mulţi antropologi cred că el chiar este actual şi că nu are nimic de-a face cu Omul de Java. Dacă însă este un femur de erectus, nu seamănă cu niciun altul găsit de atunci încoace. Cu toate acestea, Dubois a folosit femurul pentru a deduce – corect, după cum s-a dovedit – că Pithecanthropus era biped. De asemenea, pornind numai de la o bucăţică de craniu şi de la un dinte, el a produs un model complet de craniu, care s-a dovedit la rândul său aproape incredibil de exact.

În 1895, Dubois s-a întors în Europa, aşteptându-se la o primire triumfală. În realitate, a fost întâmpinat cu o reacţie aproape adversă. Majoritatea oamenilor de ştiinţă au respins atât concluziile sale, cât şi maniera arogantă în care le-a prezentat. Calota, s-a spus, aparţinea unei maimuţe, probabil unui gibon, şi nu unui om primitiv. În speranţa că îi va susţine cauza, Dubois i-a permis în 1897 unui anatomist respectat de la Universitatea din Strasbourg, Gustav Schwalbe, să facă un mulaj al craniului. Spre disperarea lui Dubois, Schwalbe a produs, pornind de la mulaj, o monografie care s-a bucurat de mult mai multă simpatie şi atenţie decât tot ce a scris Dubois vreodată, apoi a iniţiat un turneu de conferinţe în care a fost ovaţionat cu multă căldură, de parcă ar fi dezgropat el însuşi craniul. Uluit şi dezgustat, Dubois s-a retras în anonimat pe un banal post de profesor de geologie la Universitatea din Amsterdam şi în următoarele două decenii a refuzat să lase vreo persoană să-i examineze preţioasele fosile. A murit nefericit în 1940.

Între timp, pe partea cealaltă a globului, la sfârşitul lui 1924, Raymond Dart, şeful catedrei de anatomie de la Universitatea Witwatersrand din Johannesburg, a primit un craniu mic, dar remarcabil de complet al unui copil, cu faţa intactă, cu mandibula inferioară şi cu ceea ce se numeşte un mulaj endocranian – un mulaj natural al creierului – dintr-o carieră de calcar de la marginea deşertului Kalahari, într-un loc nisipos numit Taung. Dart şi-a dat seama imediat că acel craniu din Taung nu aparţinea unui *Homo erectus*, precum Omul de Java al lui Dubois, ci unei creaturi mai timpurii, mai apropiată de maimuţă. I-a plasat vârsta la două milioane de ani şi l-a numit *Australopithecus africanus* sau „Omul-maimuţă sudic din Africa”. Într-un articol din revista Nature, Dart a numit rămăşiţele de la Taung „extrem de omeneşti” şi a sugerat că se simţea nevoia creării unei noi familii, *Homo simiadae („Omul-maimuţă”)*, pentru a încadra descoperirea.

Autorităţile în materie au dat dovadă de şi mai puţină bunăvoinţă faţă de Dart decât avuseseră faţă de Dubois. Aproape tot ceea ce era legat de teoria sa – sau de persoana lui – îi deranja. Pentru început, se dovedise mult prea sigur de el atunci când desfăşurase analiza de unul singur, în loc să ceară ajutorul unor experţi mai bine cotaţi în lumea academică. Chiar şi alegerea numelui de Australopithecus dovedea lipsa înclinaţiilor sale academice, prin combinaţia de rădăcini greceşti şi latineşti. Mai presus de toate, concluziile sale sfidau înţelepciunea tradiţională. Toată lumea era de acord că oamenii şi maimuţele îşi despărţiseră drumurile acum mai bine de cincisprezece milioane de ani, în Asia. Dacă oamenii apăruseră în Africa, asta însemna că noi suntem negroizi? Era ca şi cum cineva ar spune astăzi că a găsit oase străvechi de oameni în Missouri, de exemplu. Pur şi simplu nu se potrivea cu cele cunoscute până atunci.

Singurul susţinător important al lui Dart a fost Robert Broom, medic şi paleontolog de origine scoţiană, cu o minte

strălucită şi o fire adorabilă prin excentricitatea sa. De exemplu, Broom avea obiceiul să îşi desfăşoare munca de teren dezbrăcat atunci când era cald afară, ceea ce se întâmpla destul de des. De asemenea, era cunoscut pentru că desfăşura experimente anatomice dubioase pe pacienţii săi mai săraci şi mai îngăduitori. Când pacienţii mureau, ceea ce se întâmpla de asemenea destul de des, îi îngropa uneori în curtea din spatele casei sale, ca să-i dezgroape mai târziu pentru cercetări.

Broom era un paleontolog experimentat şi, întrucât şi el locuia în Africa de Sud, a putut să examineze craniul de la Taung în mod direct. Şi-a dat seama imediat că era foarte important, exact aşa cum spusese Dart, şi a susţinut public cu tărie cauza lui Dart, dar fără niciun rezultat. În următorii cincizeci de ani, teoria acceptată a fost aceea că tânărul de la Taung era o maimuţă şi nimic mai mult. Majoritatea cărţilor de specialitate nici măcar nu-l menţionau. Dart şi-a petrecut cinci ani lucrând la o monografie, dar nu a găsit pe nimeni care să i-o publice. În cele din urmă, a renunţat cu totul la dorinţa de a publica vreo lucrare (deşi şi-a continuat vânătoarea de fosile). Ani de-a rândul, craniul – recunoscut azi drept una dintre comorile cele mai de preţ ale antropologiei – a stat pe biroul unui coleg, ca prespapier.

În momentul în care Dart şi-a făcut publică descoperirea, în 1924, erau cunoscute doar patru categorii de hominizi străvechi – Homo heidelbergensis, Homo rhodesiensis, Neandertal şi Omul de Java al lui Dubois –, dar toate acestea aveau să se schimbe, şi încă radical.

Mai întâi, în China, un talentat amator canadian pe nume Davidson Black a început să scotocească printr-un loc numit Dealul Osului de Dragon, cunoscut localnicilor drept un loc faimos pentru vânătoarea de oase vechi. Din nefericire, în loc să conserve oasele pentru studiu, chinezii le măcinau pentru a fabrica leacuri. Nu ne rămâne decât să ghicim câte oase nepreţuite de Homo erectus au sfârşit sub

forma echivalentului chinezesc al aspirinei. Situl fusese serios sărăcit înaintea sosirii lui Black, dar el a descoperit un unic molar fosilizat şi, exclusiv pe baza lui, a anunţat cu o strălucită intuiţie descoperirea lui Sinanthropus pekinensis, care a devenit cunoscut sub numele de Omul de Pekin.

La insistenţele lui Black, s-au întreprins excavări mai detaliate şi s-au descoperit numeroase alte oase. Din nefericire, toate s-au pierdut a doua zi după atacul japonez de la Pearl Harbor din 1941, când un detaşament de puşcaşi marini americani au încercat să strecoare oasele (şi pe ei înşişi) afară din ţară, dar au fost prinşi de japonezi şi încarceraţi. Când au văzut că bagajele lor nu conţineau decât oase, soldaţii japonezi le-au abandonat la marginea drumului. Atunci au fost văzute pentru ultima oară.

În acest timp, pe vechile câmpuri ale lui Dubois din Java o echipă condusă de Ralph von Koenigswald a descoperit un alt grup de oameni primitivi, care au devenit cunoscuţi sub numele de Oamenii de Ngandong, de la numele locului unde au fost găsiţi, pe râul Solo din Ngandong. Poate că descoperirile lui Koenigswald ar fi fost mai impresionante dacă nu ar fi comis o eroare tactică, de care şi-a dat seama prea târziu. El le-a oferit localnicilor câte zece cenţi pentru fiecare os de hominid pe care i-l aduceau, ca să descopere apoi cu oroare că aceştia spărseseră cu un entuziasm debordant bucăţile mari în unele mai mici, ca să-şi mărească profitul.

În anii următori, pe măsură ce se descopereau şi se identificau mai multe oase, a apărut o invazie de nume noi – *Homo aurignacensis, Australopithecus transvaalensis, Paranthropus crassidens, Zinjanthropus boisei*, aproape toate implicând noi genuri şi noi specii. Până prin anii 1950, numărul tipurilor de hominizi denumiţi depăşise o sută. Pentru a mări confuzia, unele forme particulare au cunoscut adesea o succesiune de nume diferite, pe măsură ce paleoantropologii cizelau, revizuiau şi se tot ciorovăiau

pe clasificări. Oamenii de Ngandong au fost cunoscuţi sub diverse nume: Homo soloensis, Homo primigenius asiaticus, Homo neanderthalensis soloensis, *Homo sapiens soloensis, Homo erectus erectus* şi, în final, *Homo erectus* simplu.

Într-o încercare de structurare, F. Clark Howell de la Universitatea din Chicago, la sugestiile lui Ernst Mayr şi ale altora din deceniul precedent, a propus în 1960 reducerea numărului de genuri la doar două – Australopithecus şi Homo – şi restructurarea multora dintre specii. Omul de Java şi Omul de Pekin au devenit amândoi Homo erectus. O vreme, în lumea hominizilor a domnit ordinea, însă nu a durat.

După circa un deceniu de calm relativ, paleoantropologia a deschis o nouă perioadă de descoperiri numeroase şi bruşte care încă nu s-a încheiat. În anii 1960 a apărut *Homo habilis,* considerat de unii ca fiind veriga lipsă dintre maimuţe şi oameni, iar de alţii ca nefiind nici măcar o specie. Apoi au apărut (printre mulţi alţii) *Homo ergaster, Homo louisleakeyi, Homo rudolfensis, Homo microcranus* şi *Homo antecessor,* precum şi o droaie de australopiteci: *A. afarensis, A. praegens, A. ramidus, A. walkeri, A. anamensis* şi mulţi alţii. În general, în literatura actuală sunt recunoscute circa douăzeci de tipuri de hominizi. Din nefericire, aproape că nu există doi experţi care să-i recunoască pe aceiaşi douăzeci.

Unii continuă să respecte cele două genuri de hominizi sugerate de Howell în 1960, alţii includ o parte din australopiteci într-un gen separat, numit *Paranthropus,* iar alţii adaugă un grup şi mai vechi, numit *Ardipithecus.* Unii îl includ pe *praegens* în *Australopithecus*, iar alţii îl includ într-o nouă clasificare, *Homo antiquus,* dar majoritatea nu-l recunosc deloc pe praegens ca pe o specie separată. Nu există autoritate centrală care să dicteze aceste lucruri. Singura cale prin care un nume poate fi acceptat este prin consens, iar acesta nu prea există.

În mod paradoxal, problema o reprezintă în mare parte lipsa dovezilor. De la începutul timpurilor, au trăit mai multe miliarde de fiinţe umane (sau asemănătoare oamenilor), fiecare contribuind cu o mică modificare genetică la arsenalul uman general. Din acest număr colosal, deducţiile noastre despre preistoria umană se bazează pe rămăşiţele, de multe ori excesiv de fragmentate, a mai puţin de cinci mii de indivizi. „Ar încăpea totul într-o camionetă, dacă nu te deranjează un pic de înghesuială”, mi-a răspuns Ian Tattersall, custodele bărbos şi prietenos de la secţia de antropologie a Muzeului American de Istorie Naturală din New York, atunci când l-am întrebat despre dimensiunile arhivei mondiale de oase de hominizi şi oameni preistorici.

Lipsa nu ar fi atât de acută dacă oasele ar fi distribuite egal în timp şi spaţiu, dar evident că nu e aşa. Apar întâmplător, de multe ori în maniera cea mai năucitoare. *Homo erectus* a trăit pe Pământ cu mult peste un milion de ani şi a ocupat un teritoriu de la ţărmul atlantic al Europei la ţărmul pacific al Chinei, dar, dacă am readuce la viaţă fiecare exemplar de *Homo erectus* pentru a cărui existenţă putem aduce dovezi, nu am umple un autobuz şcolar. Homo habilis este şi mai slab reprezentat: numai două schelete parţiale şi câteva oase izolate de membre. Este aproape sigur că o perioadă atât de scurtă precum civilizaţia noastră nu ar fi deloc conservată în istoria fosilelor.

Tattersall îmi oferă un exemplu: „În Europa găseşti în Georgia cranii de hominizi datate cu aproximativ 1,7 milioane de ani în urmă, dar apoi apare un gol de aproape un milion de ani până la următoarele rămăşiţe descoperite în Spania, la celălalt capăt al continentului, după care un alt gol de trei sute de mii de ani înainte de a ajunge la un Homo heidelbergensis, în Germania, şi niciunul nu seamănă prea tare cu ceilalţi”, spune el zâmbind. Din astfel de piese fragmentate se încearcă refacerea istoriei unor specii întregi. Este o misiune destul de dificilă. Ştim foarte

puţine despre relaţiile dintre speciile străvechi – care au condus la noi şi care s-au dovedit a fi nişte fundături din punctul de vedere al evoluţiei. Probabil că unele nici nu merită să fie privite drept specii separate.

Tocmai acest inventar pestriţ şi neuniform face ca fiecare nouă descoperire să pară bruscă şi diferită de toate celelalte. Dacă am avea la dispoziţie zeci de mii de schelete, distribuite la intervale regulate de-a lungul istoriei, am putea reliefa mult mai multe etape şi nuanţări. Noile specii nu apar brusc, după cum ar putea sugera istoria fosilelor, ci treptat, din alte specii existente. Cu cât te apropii mai mult de un punct de divergenţă, cu atât similitudinile cresc, astfel încât devine tot mai greu, şi uneori imposibil, să distingi un Homo erectus târziu de un Homo sapiens timpuriu, întrucât este la fel de probabil să fie amândouă şi niciunul. Neînţelegeri similare pot apărea adesea în privinţa unor identificări certe din rămăşiţe fragmentare – de exemplu, să decizi dacă un anumit os a aparţinut unei femele de *Australopithecus boisei* sau unui mascul de *Homo habilis.*

Cu atât de puţine certitudini, oamenii de ştiinţă sunt de multe ori obligaţi să emită presupuneri pe baza altor obiecte descoperite în apropiere, iar concluziile lor au şanse mari să nu fie altceva decât deducţii curajoase. După cum au observat sec Alan Walker şi Pat Shipman, dacă legăm descoperirea uneltelor cu speciile de fiinţe întâlnite cel mai des prin apropiere, ar trebui să ajungem la concluzia că uneltele de mână timpurii au fost făcute de cele mai multe ori de antilope.

Poate că nimic nu exemplifică mai bine confuzia decât amestecul fragmentar de contradicţii adunate în jurul lui *Homo habilis.* Pe scurt, oasele de *habilis* nu au nicio coerenţă. Aranjate secvenţial, ele indică ritmuri şi direcţii de evoluţie diferite pentru bărbaţi şi femei – bărbaţii se distanţează de maimuţe şi devin mai umani cu timpul, în vreme ce femeile din aceeaşi perioadă par să se

îndepărteze de trăsăturile umane, apropiindu-se de maimuţe. Unele voci autorizate consideră că habilis nu este defel o categorie validă. Tattersall şi colegul său Jeffrey Schwartz o tratează ca pe un fel de „specie coş de gunoi” – una în care „sunt aruncate din comoditate” fosile fără legătură între ele. Nici măcar cei care consideră habilis o specie independentă nu s-au pus de acord dacă aparţine aceluiaşi gen cu noi sau unei ramuri colaterale care nu a dus la nimic.

Şi în sfârşit, dar poate mai presus de orice, natura umană joacă şi ea un rol în toate acestea. Oamenii de ştiinţă au tendinţa firească de a interpreta descoperirile în modul cel mai flatant pentru propria postură. Rareori vom găsi vreun paleontolog care să spună că a descoperit o rezervă de oase într-un loc bine ascuns, dar că acestea nu prezintă niciun interes. După cum observă, cu oarecare reţinere, John Reader în cartea *Missing Links (Verigi lipsă)*: „Este remarcabil cât de des se întâmplă ca primele interpretări ale unor dovezi noi să confirme prejudecăţile descoperitorului”.

Toate acestea lasă loc pentru numeroase dezbateri, evident, şi nu cred să existe grup de oameni cărora să le placă să se sfădească mai mult decât paleoantropologilor. „Dintre toate disciplinele ştiinţifice, paleoantropologia beneficiază probabil de cele mai umflate orgolii”, spun autorii recent publicatei *Java Man (Omul de Java)* – o carte despre care ar trebui să remarcăm că acordă ea însăşi spaţii largi, cu o naturaleţe înduioşătoare, atacurilor la adresa incoerenţelor altora, în special ale fostului coleg apropiat al autorilor, Donald Johanson.

Aşadar, fără să uităm nicio clipă că nu putem spune aproape nimic despre preistoria umană fără ca cineva, undeva, să ne contrazică, poate cu excepţia faptului că am avut o preistorie, iată pe scurt ceea ce credem că ştim despre cine suntem şi de unde venim.

În prima parte, circa 99,99999% din istoria noastră ca organisme, am aparţinut aceleiaşi linii ancestrale cu cimpanzeii. Practic, nu se ştie nimic despre preistoria cimpanzeilor, dar orice ar fi fost aceştia am fost şi noi. Apoi, acum circa şapte milioane de ani, s-a întâmplat ceva important. Din pădurile tropicale ale Africii s-a ivit un nou grup de fiinţe, care au început să se îndrepte către întinderile savanei.

Aceştia au fost australopitecii, iar în următoarele cinci milioane de ani ei au reprezentat specia dominantă de hominizi a lumii (austral provine din latinescul „sudic” şi, în acest caz, nu are nicio legătură cu Australia). Australopitecii au avut câteva varietăţi, unele subţirele şi graţioase precum copilul din Taung al lui Raymond Dart, altele mai masive şi robuste, dar toate puteau merge în poziţie verticală. Unele dintre aceste specii au rezistat mult peste un milion de ani, iar altele o perioadă mai modestă, de câteva sute de mii, dar merită să reţinem că până şi cele mai nereuşite specii au avut o istorie de câteva ori mai lungă decât a noastră.

Cele mai faimoase rămăşiţe hominide din lume îi aparţin unui australopitec cu o vechime de 3,18 milioane de ani, descoperit în 1974 la Hadar, în Etiopia, de o echipă condusă de Donald Johanson. Cunoscut mai demult sub numele de A.L. (de la „Afar Locality” – „departe de orice localitate”) 288-1, scheletul a căpătat numele Lucy, după cântecul Beatleşilor Lucy in the Sky with Diamonds. Johanson nu s-a îndoit niciodată de importanţa lui Lucy. „Este cel mai străvechi strămoş al nostru, veriga lipsă dintre maimuţă şi om”, a declarat el.

Lucy era micuţă – avea o înălţime de numai 1,06 m. Putea să meargă, deşi încă nu s-a stabilit cât de bine. Evident că era şi o bună căţărătoare. Multe altele au rămas necunoscute. Craniul îi lipsea aproape în întregime, deci nu se pot spune prea multe lucruri certe despre dimensiunea creierului, dar fragmentele de craniu sugerează că era mic.

Majoritatea cărţilor descriu scheletul lui Lucy ca fiind complet în proporţie de 40%, deşi unii îl plasează aproape de jumătate, iar un material al Muzeului American de Istorie Naturală o descrie pe Lucy ca fiind completă în proporţie de două treimi. Seria de reportaje BBC Omul-maimuţă a numit-o chiar „un schelet complet”, deşi o descria ca fiind departe de aşa ceva.

Corpul omenesc are 206 oase, dar multe dintre ele se repetă. Dacă ai găsit femurul stâng al unui exemplar, nu ai nevoie şi de dreptul ca să-i cunoşti dimensiunile. Dacă dăm la o parte toate oasele redundante, rămânem cu un total de 120, ceea ce se numeşte o jumătate de schelet. Chiar şi după acest standard deloc pretenţios, şi chiar numărând fiecare fragment ca pe un os întreg, Lucy însumează numai circa 28% dintr-o jumătate de schelet (şi circa 20% dintr-un schelet complet).

În The Wisdom of the Bones (Înţelepciunea oaselor), Alan Walker îşi aminteşte că l-a întrebat odată pe Johanson cum a ajuns la cifra de 40%. Johanson a răspuns senin că a scăzut cele 106 oase ale mâinilor şi picioarelor – mai mult de jumătate din totalul corpului, şi chiar o jumătate foarte importantă, după umila noastră părere, având în vedere că principalul atribut definitoriu al lui Lucy era folosirea acelor mâini şi picioare pentru a se adapta unei lumi în schimbare. În orice caz, despre Lucy mai multe se presupun decât se ştiu. Nu se ştie nici măcar cu certitudine dacă era femeie, sexul ei a fost presupus pornind de la dimensiunile sale reduse.

*

La doi ani de la descoperirea lui Lucy, Mary Leakey a găsit la Laetoli, în Tanzania, urme de picioare lăsate de doi indivizi despre care se crede că aparţin aceleiaşi familii de hominizi. Urmele au fost făcute atunci când doi australopiteci au călcat prin cenuşa noroioasă rămasă în

urma unei explozii vulcanice. Mai târziu, cenuşa s-a întărit, conservând amprentele picioarelor lor pe o distanţă de peste 23 de metri.

Muzeul American de Istorie Naturală din New York are o dioramă impresionantă care înregistrează momentul trecerii lor. Aceasta înfăţişează reconstrucţia în mărime naturală a unui bărbat şi a unei femei care merg alături pe străvechea câmpie africană. Sunt păroşi şi seamănă cu cimpanzeii ca dimensiuni, dar atitudinea şi mersul lor aduc a oameni. Cea mai şocantă trăsătură a exponatului este faptul că bărbatul îşi ţine protector braţul stâng în jurul umerilor femeii. Este un gest tandru şi afectuos, care sugerează o legătură apropiată.

Tabloul este prezentat cu atâta convingere, încât se pierde uşor din vedere realitatea faptului că, dincolo de urma piciorului, totul este pură imaginaţie. Aproape fiecare însuşire a aspectului exterior al celor două figuri – în ce măsură aveau păr, trăsăturile faciale (dacă aveau nasuri umane sau de cimpanzeu), expresia, culoarea pielii, dimensiunea şi forma sânilor femeii – nu poate fi altceva decât o supoziţie. Nici măcar nu putem afirma că formau un cuplu. S-ar putea foarte bine ca femeia să fi fost de fapt un copil. Nici măcar nu putem fi siguri că erau australopiteci. Se presupune că sunt australopiteci pentru că nu există alţi candidaţi viabili.

Mi s-a spus că au fost aşezaţi în această poziţie pentru că, în timpul construirii dioramei, silueta femeii se tot răsturna, dar Ian Tattersall susţine râzând că povestea nu este adevărată.

— Evident că nu avem de unde să ştim dacă bărbatul avea sau nu braţul în jurul femeii, dar ştim din măsurătorile paşilor că mergeau unul lângă altul, foarte aproape, suficient de aproape ca să se atingă. Era o zonă destul de deschisă, aşadar probabil că se simţeau vulnerabili. De aceea am încercat să le facem nişte expresii uşor îngrijorate.

L-am întrebat dacă nu îl deranjau sumedenia de licenţe la care se apelase pentru reconstrucţia siluetelor.

— Întotdeauna este o problemă cu reconstrucţiile, mi-a confirmat el pe dată. Nu ţi-ar veni să crezi câte discuţii s-au purtat pe tema unor detalii, cum ar fi dacă oamenii de Neandertal aveau sprâncene sau nu. Acelaşi lucru s-a întâmplat cu siluetele de la Laetoli. N-avem de unde să ştim detalii despre cum arătau, dar putem deduce dimensiunile şi poziţia şi putem face câteva presupuneri rezonabile despre înfăţişarea lor. Dacă ar trebui să-i fac din nou, cred că m-aş gândi să-i fac puţin mai asemănători cu maimuţele şi mai puţin umani. Aceste fiinţe nu erau oameni. Erau maimuţe bipede.

Până foarte de curând, s-a presupus că am fi descendenţii lui Lucy şi ai creaturilor din Laetoli, dar acum multe autorităţi în materie nu mai sunt aşa de sigure. Deşi există trăsături fizice (ca, de exemplu, dinţii) care să sugereze o posibilă legătură între noi şi ei, alte părţi ale anatomiei australopitecilor sunt mai problematice. În cartea lor, Extinct Humans (Oameni dispăruţi), Tattersall şi Schwartz subliniază că porţiunea superioară a femurului uman seamănă foarte mult cu cea a maimuţelor, dar nu cu a australopitecilor; prin urmare, dacă Lucy se plasează pe linia directă dintre maimuţe şi oamenii moderni, atunci înseamnă că noi am adoptat un femur de australopiteci vreme de un milion de ani, apoi ne-am întors la femurul de maimuţă, pentru a trece la următorul stadiu din dezvoltarea noastră. Ei consideră chiar că Lucy nu numai că nu a fost strămoşul nostru, ci că nici nu mergea biped.

„Sistemul locomotor al lui Lucy şi al celor din neamul ei nu semăna în niciun fel cu cel al omului modern”, insistă Tattersall. „Aceşti hominizi nu erau obligaţi să folosească mersul biped decât atunci când erau nevoiţi să călătorească între două habitate arboricole, determinaţi de propriile anatomii.” Johanson nu acceptă această părere. „Lucy are şoldurile şi structura musculară a pelvisului de

aşa natură, încât i-ar fi fost la fel de greu să se caţăre în copaci pe cât le este şi oamenilor moderni s-o facă”, scrie el.

Misterul a devenit şi mai de nepătruns în 2001 şi 2002, când au fost descoperite patru noi specimene excepţionale. Unul, găsit de Meave Leakey, aparţinând faimoasei familii de vânători de fosile, la Lacul Turkana, în Kenya, şi numit Kenyanthropus platyops („faţa plată kenyană”), este cam din aceeaşi perioadă cu Lucy şi dezvăluie posibilitatea ca acesta să reprezinte strămoşul nostru, iar Lucy să nu fie decât o ramură laterală neevoluată. Tot în 2001 au fost descoperiţi Ardipithecus ramidus kadabba, plasat la o vechime între 5,2 şi 5,8 milioane de ani, şi Orrorin tugenensis, evaluat la o vechime de şase milioane de ani, motiv pentru care a devenit cel mai vechi hominid găsit vreodată – dar numai pentru scurtă vreme. În vara lui 2002, o echipă franceză care lucra în deşertul Djurab din Ciad (o zonă în care nu se găsiseră niciodată oase străvechi) a descoperit un hominid de aproape şapte milioane de ani vechime, pe care l-a numit Sahelanthropus tchadensis. (Unii critici consideră că nu este un om, ci o maimuţă timpurie şi, prin urmare, ar trebui numit Sahelpithecus.) Toate aceste creaturi sunt foarte timpurii şi primitive, dar mergeau vertical, şi aceasta mult mai devreme decât se crezuse anterior.

Mersul biped este o strategie dificilă şi riscantă. Presupune remodelarea pelvisului şi transformarea lui într-un mecanism care să suporte întreaga greutate a corpului. Pentru a conserva forţa necesară, canalul naşterii la femelă trebuie să devină îngust. Aceasta are două consecinţe imediate foarte importante şi una pe termen mai lung. În primul rând, presupune dureri semnificative pentru orice mamă care naşte şi un risc mult mai ridicat de deces, atât pentru mamă, cât şi pentru copil. Mai mult, pentru a scoate capul copilului printr-un spaţiu atât de îngust, acesta trebuie să se nască într-o etapă în care creierul este încă

mic – iar copilul, neajutorat. Aceasta presupune îngrijirea copilului pe termen lung, care, la rândul său, impune o legătură puternică între mascul şi femelă.

Toate acestea sunt suficient de complicate chiar şi atunci când deţii cel mai dezvoltat intelect de pe planetă, dar când eşti un australopitec mic şi vulnerabil cu un creier cam de mărimea unei portocale[64] riscul trebuie să fi fost enorm.

Aşadar, ce i-a determinat pe Lucy şi pe cei asemenea ei să coboare din copaci şi să iasă din pădure? Probabil că nu au avut încotro. Ridicarea lentă a Istmului Panama a întrerupt curgerea apelor din Pacific spre Atlantic şi a deviat curenţii calzi departe de Arctica, ceea ce a dus la instalarea unei ere glaciare tot mai aspre la latitudinile nordice. În Africa, probabil că aceasta a dus la apariţia unor anotimpuri reci şi uscate, transformând treptat jungla în savană. John Gribbin scria: „Nu atât Lucy şi semenii ei au părăsit pădurea, cât pădurea i-a părăsit pe ei”.

Dar ieşirea în savana deschisă i-a lăsat, evident, pe Lucy şi pe ai ei mult mai expuşi. Un hominid biped putea vedea mai bine, dar, la rândul său, putea fi văzut mai bine. Chiar şi acum, ca specie, suntem revoltător de vulnerabili în sălbăticie. Aproape fiecare animal mare care vă vine în minte este mai puternic, mai rapid şi mai dinţos decât noi. Confruntat cu un atac, omul modern are doar două avantaje. Avem un creier dezvoltat, cu care putem alcătui strategii, şi avem mâini cu care putem arunca sau mânui obiecte periculoase. Suntem singura fiinţă care poate răni de la distanţă; de aceea ne permitem să fim vulnerabili fizic.

Aparent, existau toate elementele pentru o evoluţie rapidă a unui creier puternic şi totuşi se pare că nu s-a întâmplat chiar aşa. Vreme de peste trei milioane de ani, Lucy şi tovarăşii ei australopiteci aproape că nu s-au schimbat. Creierul lor nu a crescut şi nu există semne că ar fi folosit nici măcar unelte dintre cele mai simple. Şi mai

ciudat este faptul că acum ştim că, vreme de aproape un milion de ani, au trăit în paralel cu alţi hominizi timpurii care utilizau unelte şi totuşi australopitecii nu s-au folosit niciodată de această tehnologie utilă, care se găsea peste tot în jurul lor.

La un moment dat, cu două-trei milioane de ani în urmă, se pare că ar fi putut exista cam şase tipuri de hominizi care trăiau concomitent în Africa. Numai unul însă era destinat să supravieţuiască: Homo, care a început să se zărească din neguri acum circa două milioane de ani. Nimeni nu ştie exact care era relaţia dintre australopiteci şi Homo, dar se ştie că au coexistat vreme de peste un milion de ani, înainte ca toţi australopitecii, robuşti şi zvelţi, să dispară misterios, şi probabil brusc, acum peste un milion de ani. Nimeni nu ştie de ce au dispărut. „Poate că i-am mâncat noi", sugerează Matt Ridley.

Prin convenţie, linia Homo începe cu Homo habilis, o creatură despre care nu ştim aproape nimic, şi se încheie cu noi, Homo sapiens (în traducere literală, „omul gânditor"). Între aceştia, în funcţie de opinia căreia îi daţi crezare, au existat vreo şase alte specii de Homo: Homo ergaster, Homo neanderthalensis, Homo rudolfensis, Homo heidelbergensis, Homo erectus şi Homo antecessor.

Homo habilis („omul îndemânatic") a fost botezat de Louis Leakey şi de colegii săi în 1964 şi a primit acest nume pentru că a fost primul hominid care a folosit unelte, chiar dacă unele foarte simple. Era o fiinţă destul de primitivă, mai mult cimpanzeu decât om, dar avea creierul cu 50% mai mare decât al lui Lucy în termeni absoluţi, iar proporţional, cam tot cu atât mai dezvoltat, prin urmare era un Einstein al zilelor sale. Nu s-a găsit nicio explicaţie convingătoare pentru creşterea bruscă a creierului hominizilor acum două milioane de ani. Multă vreme s-a crezut că există o legătură directă între un creier mare şi mersul vertical – că ieşirea din pădure a impus noi strategii, mai elaborate, care foloseau mai intens sau

încurajau dezvoltarea unei minţi mai ascuţite –, de aceea a fost o adevărată surpriză concluzia că între ele nu pare să existe nicio legătură, şi aceasta după descoperiri repetate ale unor bipezi de-a dreptul prostănaci.

„Pur şi simplu nu avem niciun motiv viabil pentru a explica de ce s-a mărit creierul uman”, spune Tattersall. Creierele mari sunt nişte organe pretenţioase: ele constituie numai 2% din masa corpului, dar devorează 20% din energia lui. Prin comparaţie, mai sunt şi mofturoase în privinţa combustibilului folosit. Dacă nu veţi mai mânca niciodată niciun strop de grăsime, creierul dumneavoastră nu se va plânge, pentru că nu se atinge de aşa ceva. Creierul vrea glucoză, şi încă foarte multă, chiar dacă aceasta înseamnă să priveze alte organe. Guy Brown scria: „Corpul este într-un pericol permanent să fie spoliat de substanţe nutritive de un creier lacom, dar nu îşi poate permite să îşi înfometeze creierul, pentru că aceasta l-ar duce la o moarte rapidă”. Un creier mare are nevoie de mai multă mâncare, iar mâncarea multă înseamnă un risc crescut.

Tattersall este de părere că formarea unui creier mare ar putea fi pur şi simplu un accident al evoluţiei. El şi Stephen Jay Gould consideră că, dacă vizionăm din nou caseta vieţii – chiar dacă ne ducem înapoi numai o perioadă relativ scurtă, până în zorii hominizilor –, există şanse destul de slabe ca oamenii moderni să mai apară acum aici.

El spune: „Una dintre ideile cel mai greu de acceptat de către oameni este aceea că noi nu suntem punctul maxim pentru nimic. Prezenţa noastră aici nu are nimic inevitabil în ea. Tendinţa de a crede că evoluţia este un proces care a fost în realitate programat să culmineze cu noi face parte din vanitatea noastră de oameni. Chiar şi antropologii au fost înclinaţi să creadă acest lucru până prin anii 1970”. Mai mult, în 1991, în populara carte The Stages of Evolution (Etapele evoluţiei), C. Loring Brace ţine cu dinţii de conceptul de evoluţie liniară, admiţând o singură

fundătură a evoluţiei, robuştii australopiteci. Toate celelalte au reprezentat o progresie în linie dreaptă – fiecare specie de hominid a purtat ştafeta dezvoltării până la un punct, după care a înmânat-o unui alergător mai tânăr şi mai odihnit. Acum însă pare cert că multe dintre aceste forme timpurii au urmat căi laterale, care nu au dus la nimic.

Din fericire pentru noi, o specie a dus la ceva – un grup de creaturi care foloseau unelte şi care, apărute parcă de nicăieri, s-au suprapus peste incertul şi mult disputatul Homo habilis. Acesta este Homo erectus, specia descoperită de Eugène Dubois în Java în 1891. În funcţie de sursele pe care le consultaţi, acesta ar fi trăit de acum circa 1,8 milioane de ani până în vremuri destul de recente, acum circa 20.000 de ani.

Potrivit autorilor cărţii Java Man, Homo erectus reprezintă linia de demarcaţie: tot ce a existat înaintea lui semăna cu maimuţa; tot ce a venit după el semăna cu omul. Homo erectus a fost primul care a vânat, a folosit focul, a modelat unelte complexe, a lăsat urme ale unor aşezări, a avut grijă de cei slabi şi fragili. Prin comparaţie cu tot ceea ce fusese înainte, specia era extrem de umană ca formă şi comportament, reprezentanţii săi aveau membre lungi şi verticale, erau foarte puternici (mult mai puternici decât omul modern), cu suficientă ambiţie şi inteligenţă pentru a se întinde cu succes pe arealuri enorme. Pentru alte specii de hominizi, probabil că Homo erectus părea înfricoşător de mare, puternic, agil şi dotat. Creierul său era mult mai sofisticat decât tot ce existase în această lume până la el.

Erectus era „un velociraptor al zilelor sale”, potrivit lui Alan Walker de la Universitatea Penn State, una dintre autorităţile mondiale din domeniu. Dacă ar fi să priveşti în ochi un astfel de specimen, la prima vedere ar putea părea uman, dar „nu ai stabili nicio legătură. Ai fi o pradă”. Potrivit lui Walker, acesta avea trupul unui om adult, dar un creier de copil.

Deşi erectus era cunoscut de aproape un secol, datele despre el se bazau pe fragmente disparate – insuficiente pentru a ne apropia măcar de un schelet complet. Aşadar, abia în urma unei extraordinare descoperiri din Africa, în anii 1980, a putut fi pe deplin apreciată importanţa sa – sau cel puţin posibila sa importanţă – în calitate de specie precursoare a omului modern. Îndepărtata vale a Lacului Turkana (anterior, Lacul Rudolf) din Kenya este acum unul dintre cele mai productive situri de rămăşiţe de oameni timpurii, dar foarte multă vreme nimănui nu i-a trecut prin cap să caute acolo. Întâmplarea a făcut ca Richard Leakey să se afle într-un avion al cărui curs a fost deviat pe deasupra văii şi abia atunci şi-a dat seama că locul are un potenţial mult mai promiţător decât se crezuse. A fost trimisă o echipă să investigheze, dar care la început nu a găsit nimic. Apoi, într-o după-amiază târzie, cel mai renumit vânător de fosile al lui Leakey, Kamoya Kimeu, a descoperit o bucăţică de arcadă hominidă pe un deal, la mare distanţă de lac. Era puţin probabil ca un astfel de loc să producă cine ştie ce, dar au decis totuşi să sape, din respect pentru instinctele lui Kimeu, şi, spre uluirea lor, au descoperit un schelet aproape complet de Homo erectus. Aparţinea unui băiat cu vârsta cuprinsă între nouă şi doisprezece ani, care murise acum 1,54 de milioane de ani. Scheletul avea „structura aproape identică cu a unui corp modern”, spune Tattersall, lucru fără precedent. Băiatul din Turkana era, „fără îndoială, unul de-ai noştri”.

Tot la Lacul Turkana şi tot Kimeu a descoperit KNM-ER 1808, o femelă de acum 1,7 milioane de ani, care le-a oferit oamenilor de ştiinţă primele indicii potrivit cărora Homo erectus ar fi mult mai interesant şi mai complex decât se crezuse anterior. Oasele femelei erau deformate şi pline de excrescenţe butucănoase, ca urmare a unei boli extrem de dureroase, numită hipervitaminoza A, care nu putea fi decât rezultatul consumării ficatului unui carnivor. Aceasta ne spunea, înainte de toate, că Homo erectus consuma

carne. Şi mai surprinzător era faptul că excrescenţele ne arătau că trăise cu acea boală săptămâni sau chiar luni. Cineva avusese grijă de ea. Era primul semn de sensibilitate din evoluţia hominizilor.

S-a mai descoperit că în craniile de Homo erectus ar fi existat (sau, în opinia unora, ar fi putut exista) o arie Broca, o regiune din lobul frontal al creierului asociată cu vorbirea. Cimpanzeii nu au această porţiune. Alan Walker crede că dimensiunile şi complexitatea canalului medular erau insuficiente pentru vorbire, dar probabil că erectus comunica la fel de bine ca cimpanzeii moderni. Alţii, între care se remarcă Richard Leakey, sunt convinşi că erectus putea vorbi.

Se pare că, o perioadă, Homo erectus a fost unica specie de hominid. Avea un spirit de aventură nemaiîntâlnit şi s-a răspândit pe glob cu o rapiditate care acum ni se pare uimitoare. Dovezile fosile, dacă le interpretăm în sensul literal, sugerează că unii membri ai speciei au ajuns în Java cam în acelaşi timp sau chiar puţin înainte să fi plecat din Africa. Aceasta i-a făcut pe unii cercetători optimişti să sugereze că s-ar putea ca oamenii moderni să nu fi apărut deloc în Africa, ci în Asia – ceea ce ar fi remarcabil, ca să nu spunem miraculos, întrucât nicăieri în afara Africii nu a fost descoperită vreo posibilă fosilă a unei specii precursoare, aşadar asta însemna că hominizii asiatici trebuie să fi apărut spontan. Şi, oricum, începuturile asiatice nu ar face decât să inverseze problema răspândirii lor, iar noi tot ar trebui să explicăm cum au ajuns oamenii din Java atât de repede în Africa.

Există mai multe explicaţii alternative plauzibile ale modului în care Homo erectus a ajuns în Asia atât de curând după prima sa apariţie în Africa. În primul rând, în datarea rămăşiţelor oamenilor timpurii există un grad mare de aproximare. Dacă vârsta reală a oaselor africane se află la capătul de sus al marjei de estimări sau dacă oasele din Java se află la capătul de jos, ori ambele variante, atunci

erectus african ar fi avut destul timp să îşi croiască drum către Asia. Este la fel de posibil ca în Africa să existe oase mai vechi de erectus, care aşteaptă să fie descoperite. În plus, s-ar putea foarte bine ca datările din Java să fie complet eronate.

Sigur este faptul că, la un moment dat, cu ceva mai mult de un milion de ani în urmă, fiinţe noi, relativ moderne, cu o poziţie verticală a corpului, au părăsit Africa şi s-au împrăştiat cu îndrăzneală, ocupând cea mai mare parte a globului. Probabil că au făcut acest lucru destul de rapid, mărindu-şi în medie arealul cu până la 40 km pe an, într-o luptă continuă cu lanţurile muntoase, râurile, deşerturile şi alte obstacole şi adaptându-se diferenţelor de climă şi surselor de hrană variate. Este un mare mister cum au reuşit să treacă pe coasta vestică a Mării Roşii, o regiune cunoscută pentru ariditatea sa istovitoare în prezent şi care era chiar mai uscată în trecut. Există o ironie ciudată în faptul că tocmai condiţiile care i-au determinat să părăsească Africa au fost cele care le-au pus cele mai mari probleme în a face acest lucru. Şi totuşi, cumva au reuşit să îşi croiască drum peste fiecare barieră şi să găsească o viaţă înfloritoare pe pământurile de dincolo.

Şi cu aceasta mă tem că punctele asupra cărora toată lumea este de acord se epuizează. Ce s-a întâmplat în continuare în istoria evoluţiei omului este subiectul unei lungi şi aprige dezbateri, după cum vom vedea şi noi în capitolul următor.

Dar, înainte de a trece mai departe, ar trebui să subliniem faptul că toate aceste ezitări de-a lungul evoluţiei care a durat peste cinci milioane de ani, de la îndepărtaţii şi nedumeriţii australopiteci la omul modern definitiv, au dat naştere unei creaturi care este încă, în proporţie de 98,4%, nediferenţiată genetic de cimpanzeul modern. Există mai multe diferenţe între o zebră şi un cal sau între un delfin şi un delfin brun decât între dumneavoastră şi

creaturile păroase pe care nişte strămoşi îndepărtaţi le-au lăsat în urmă atunci când au pornit să cucerească lumea.

Capitolul 29

Maimuţa neliniştită

Cândva, cu aproximativ un milion şi jumătate de ani în urmă, un geniu uitat al lumii hominizilor a făcut un lucru neaşteptat. El (sau, chiar foarte posibil, ea) a luat o piatră şi a folosit-o cu grijă ca să cioplească o alta. Rezultatul a fost un topor foarte simplu, în formă de lacrimă, dar a fost primul instrument de tehnologie avansată al lumii.

Era atât de avansat faţă de uneltele existente, încât foarte curând şi alţii au urmat exemplul inventatorului şi şi-au confecţionat topoare proprii. Mai târziu au apărut comunităţi întregi care nu păreau să mai facă nimic altceva. „Au făcut cu miile”, spune Ian Tattersall. „Există locuri în Africa prin care îţi este literalmente imposibil să nu calci peste ele. Este ciudat, deoarece crearea lor necesită o muncă destul de intensă. Parcă le-ar fi făcut din pură plăcere.”

Tattersall a luat de pe un raft din camera sa de lucru scăldată în soare un mulaj enorm, de vreo jumătate de metru lungime şi douăzeci de centimetri lăţime în partea cea mai largă, şi mi l-a întins. Avea forma unui vârf de suliţă, dar unul de dimensiunile unei pietre de râu. Cum era un model din fibră de sticlă, cântărea numai câteva zeci de grame, dar originalul, descoperit în Tanzania, avea 11 kilograme.

— Era o unealtă complet inutilă, mi-a spus Tattersall. Ar fi fost nevoie de doi oameni ca să o ridice cum trebuie şi chiar şi atunci ar fi fost epuizant să încerce să lovească ceva cu ea.

— Şi atunci, la ce folosea?

Tattersall a ridicat din umeri binedispus, încântat de misterul problemei.

— Habar n-am. Trebuie să fi avut vreo semnificaţie simbolică, dar nu putem decât să ghicim care anume.

Topoarele au devenit cunoscute drept unelte acheuleene, de la St. Acheul, o suburbie a oraşului Amiens din nordul Franţei, unde, în secolul al XIX-lea, au fost descoperite primele exemplare şi comparate cu unelte mai vechi şi mai simple, cunoscute drept Oldowan, găsite iniţial în Tanzania, la Olduvai Gorge. În textele de specialitate mai vechi, uneltele Oldowan sunt înfăţişate de obicei drept rotunjite, boante, cu mărimi rezonabile pentru folosirea manuală. În prezent însă, paleoantropologii tind să creadă că fragmentele de unelte din rocile Oldowan erau aşchii cioplite din pietre mai mari, care puteau fi mai apoi folosite la tăiere.

Iată acum care este misterul. Când oamenii moderni timpurii – cei din care aveam să luăm naştere noi – au început să părăsească Africa, acum peste 100.000 de ani, uneltele acheuleene reprezentau tehnologia cea mai răspândită. Aceşti Homo sapiens timpurii erau de-a dreptul pasionaţi de uneltele lor acheuleene. Le-au cărat cu ei pe distanţe apreciabile. Uneori, chiar au dus cu ei roci pe care să le transforme mai târziu în unelte. Într-un cuvânt, erau devotaţi acestei tehnologii. Dar, deşi uneltele acheuleene au fost descoperite în toată Africa, Europa şi Asia Centrală şi de Vest, ele nu au fost niciodată găsite în Orientul Îndepărtat. Este extrem de derutant.

În anii 1940, un paleontolog de la Harvard pe nume Hallum Movius a trasat aşa-numita linie Movius, care desparte zona în care apar unelte acheuleene de cea în care nu apar. Linia urmează o direcţie sud-estică, traversând Europa şi Orientul Mijlociu, până în vecinătatea oraşului Calcutta de astăzi şi a Bangladeshului. Dincolo de linia Movius, în tot sud-estul Asiei şi în China, nu s-au descoperit decât uneltele Oldowan, mai vechi şi mai simple.

Ştim că Homo sapiens a ajuns mult dincolo de acest punct, prin urmare de ce ar fi cărat o tehnologie a pietrei avansată şi dragă lui până la marginea Orientului Îndepărtat, pentru ca apoi să o abandoneze pur şi simplu?

— Această chestiune nu mi-a dat pace vreme îndelungată, îşi aminteşte Alan Thorne de la Australian National University din Canberra. Toată antropologia modernă s-a construit în jurul ideii că oamenii au plecat din Africa în două valuri – un prim val de Homo erectus, care a devenit Omul de Java, Omul de Pekin şi alţii asemenea, şi un val mai târziu, mai avansat, de Homo sapiens, care a înlocuit prima grupă. Însă pentru a crede în această ipoteză, trebuie să acceptăm că Homo sapiens a ajuns atât de departe cu tehnologia lui mai avansată şi apoi, dintr-un motiv oarecare, a renunţat pur şi simplu la ea. Totul era extrem de derutant.

După cum s-a dovedit, aveau să mai apară o mulţime de alte lucruri derutante, iar una dintre cele mai ciudate descoperiri avea să provină chiar din partea de lume a lui Thorne, din deşerturile Australiei. În 1968, un geolog pe nume Jim Bowler cerceta la întâmplare un fund de lac de mult secat, numit Mungo, dintr-un colţ singuratic şi pârjolit de soare din vestul regiunii New South Wales, când ceva complet neaşteptat i-a atras atenţia. Dintr-o dună de nisip de forma unei semiluni, cunoscută sub numele de lunetă, ieşeau în afară nişte oase umane. La acea vreme se credea că oamenii nu existau în Australia de mai mult de 8.000 de ani, dar Mungo era secat de 12.000 de ani. Aşadar, ce căuta o fiinţă în locul acela neospitalier?

Răspunsul, oferit prin datarea cu carbon, a fost acela că proprietarul oaselor trăise acolo pe când Lacul Mungo era un habitat mult mai plăcut, lung de douăzeci de kilometri, plin cu apă şi cu peşte şi presărat cu pâlcuri de copaci casuarina. Spre uimirea tuturor, oasele s-au dovedit a avea o vechime de 23.000 de ani. Alte oase găsite prin apropiere s-au dovedit vechi de 60.000 de ani. Era un lucru atât de

neaşteptat, încât părea practic imposibil. De la apariţia primilor hominizi pe Pământ, Australia nu fusese niciun moment legată de vreun continent. Prin urmare, orice fiinţe umane ar fi sosit aici trebuie să fi venit pe mare, într-un număr suficient de consistent pentru a pune bazele unei populaţii capabile să se reproducă, după ce traversaseră mai bine de o sută de kilometri de apă, fără a avea nici cea mai vagă speranţă să dea peste un pământ primitor. După debarcare, oamenii din Mungo au parcurs un drum de peste trei mii de kilometri, de pe coasta de nord a Australiei – unde se presupune că ar fi fost punctul de intrare – spre inima continentului, ceea ce sugerează, potrivit unui studiu din *Proceedings of the National Academy of Sciences,* că „s-ar putea ca oamenii să fi sosit aici cu peste 60.000 de ani în urmă”.

Cum au ajuns acolo şi de ce au venit sunt întrebări la care nu avem răspuns. Potrivit majorităţii textelor de antropologie, nu există dovezi potrivit cărora oamenii ar fi putut să vorbească acum 60.000 de ani, cu atât mai puţin să se angajeze în eforturi bazate pe conlucrare, necesare pentru a construi ambarcaţiuni care să reziste oceanului, şi să colonizeze insule şi continente.

— Sunt prea multe lucruri pe care nu le ştim despre migraţia oamenilor de dinainte de istoria scrisă, mi-a spus Alan Thorne atunci când l-am vizitat la Canberra. Ştii că, atunci când antropologii au ajuns pentru prima dată în Papua Noua Guinee, în secolul al XIX-lea, au găsit în zonele muntoase înalte din interior, pe unele dintre cele mai inaccesibile terenuri, oameni care cultivau cartofi-dulci? Cartofii-dulci sunt originari din America de Sud. Şi atunci, cum au ajuns în Papua Noua Guinee? Nu ştim. Nu avem nici cea mai vagă idee. Dar este sigur că oamenii au migrat cu un aplomb şi cu o încredere considerabile cu mult înainte de ceea ce se presupunea anterior şi aproape sigur că schimbau nu doar informaţii, ci şi gene.

Ca întotdeauna, problema o reprezintă dovezile fosile.

— Foarte puţine părţi ale lumii dispun de condiţiile minime pentru conservarea pe termen lung a rămăşiţelor omeneşti, spune Thorne, un bărbat cu ochi pătrunzători şi barbişon alb, cu o fire serioasă, dar prietenoasă. Dacă nu ar exista câteva regiuni bogate în fosile, precum Hadar şi Olduvai în estul Africii, am şti extrem de puţine lucruri. Din toată India nu s-a putut obţine decât o singură fosilă de om preistoric, de aproximativ 300.000 de ani vechime. Între Irak şi Vietnam – adică pe o distanţă de vreo 5.000 km – s-au găsit doar două: cea din India şi un neandertalian în Uzbekistan, continuă el şi zâmbeşte. Nu este cine ştie ce material pe care să lucrezi. Ne aflăm în postura de a avea câteva zone bogate în fosile umane cum este Valea Marelui Rift siro-african şi Mungo, de aici, din Australia, şi prea puţin altceva între ele. Nu este deloc surprinzător că paleontologilor le este atât de greu să umple spaţiile goale.

Teoria tradiţională care explică migraţia – cea acceptată în continuare de majoritatea specialiştilor – este aceea că oamenii s-au împrăştiat prin Eurasia în două valuri. Primul val a fost reprezentat de Homo erectus, care a părăsit Africa extrem de rapid – aproape de îndată ce s-a format ca specie –, începând cu aproape două milioane de ani în urmă. În timp, pe măsură ce s-au stabilit în diferite regiuni, aceşti erectus timpurii au evoluat apoi în două tipuri diferite – Omul de Java şi Omul de Pekin în Asia, apoi *Homo heidelbergensis* şi, într-un final, *Homo neanderthalensis* în Europa.

Apoi, acum mai bine de 100.000 de ani, o specie de creaturi mai isteţe şi mai mlădii – strămoşii celor în viaţă astăzi – s-a ridicat de pe câmpiile africane şi a început să se extindă spre exterior, într-un al doilea val. Oriunde au mers, ne spune această teorie, aceşti Homo sapiens noi i-au înlocuit pe predecesorii lor mai înapoiaţi şi mai puţin pricepuţi. Cum au reuşit mai exact să facă acest lucru a reprezentat dintotdeauna un subiect de controversă. Nu au fost descoperite niciodată urme de măcel, de aceea,

majoritatea oamenilor de ştiinţă cred că hominizii mai noi pur şi simplu i-au eliminat prin competiţie pe cei vechi, deşi este foarte posibil să fi contribuit şi alţi factori.

— Poate i-am molipsit de pojar, sugerează Tattersall. Pur şi simplu nu există o cale sigură de a afla. Singura certitudine este aceea că noi ne aflăm aici, iar ei nu.

Primii oameni moderni sunt surprinzător de puţin cunoscuţi. Ştim, în mod ciudat, mai puţine despre noi înşine decât despre aproape oricare altă linie de hominizi. După cum remarca Tattersall, este de-a dreptul bizar faptul „că evenimentul major cel mai recent din evoluţia umanităţii – însăşi apariţia speciei noastre – este probabil cel mai misterios dintre toate”. Aproape că nu există două păreri identice despre locul în care au apărut pentru prima dată oamenii cu adevărat moderni în istoria fosilelor. Multe cărţi plasează începuturile lor acum circa 120.000 de ani, pornind de la rămăşiţele descoperite la gurile râului Klasies, în sudul Africii, dar nu toată lumea acceptă că aceştia ar fi fost oameni cu adevărat moderni. Tattersall şi Schwartz rămân la părerea că întrebarea „dacă vreunul dintre aceştia, sau poate toţi, reprezintă specia noastră încă mai aşteaptă un răspuns definitiv”.

Prima apariţie necontestată a lui Homo sapiens este în estul mediteraneean, cam în zona Israelului de astăzi, unde aceştia au început să se ivească acum circa 100.000 de ani – dar chiar şi ei sunt descrişi (de către Trinkaus şi Shipman) ca fiind „ciudaţi, greu de clasificat şi prea puţin cunoscuţi”. Oamenii de Neandertal erau deja bine integraţi în regiune şi aveau un set de unelte cunoscut sub numele de Mousterian, pe care oamenii moderni le-au găsit suficient de valoroase pentru a le împrumuta, după cum s-a dovedit. Nu s-au găsit niciodată rămăşiţe de neandertalieni în nordul Africii, dar peste tot în regiune s-au descoperit seturi de unelte aparţinând acestora. Cineva trebuie să le fi dus acolo, iar singurii candidaţi sunt oamenii moderni primitivi. Este de asemenea cunoscut faptul că

neandertalienii şi oamenii moderni au coexistat sub diferite forme vreme de zeci de mii de ani în Orientul Mijlociu. „Nu ştim dacă au împărţit acelaşi spaţiu în momente diferite din timp sau dacă au trăit chiar unii alături de ceilalţi”, spune Tattersall, dar oamenii moderni au continuat să utilizeze cu mare entuziasm uneltele neandertaliene – oare ar trebui să vedem în aceasta dovezi ale superiorităţii lor copleşitoare? Nu mai puţin curios este faptul că uneltele acheuleene descoperite în Orientul Mijlociu au mai mult de un milion de ani, dar în Europa abia dacă apar cu trei sute de mii de ani în urmă. Din nou, ne întrebăm de ce oamenii care aveau o tehnologie avansată nu şi-au purtat uneltele cu ei.

Multă vreme s-a crezut că oamenii de Cro-Magnon, aşa cum sunt cunoscuţi oamenii moderni în Europa, i-au împins pe neandertalieni din calea lor pe măsură ce avansau pe continent, forţându-i în cele din urmă să se retragă către marginea vestică, unde practic nu au avut de ales decât între a cădea în mare sau a dispărea. În realitate, acum se ştie că oamenii de Cro-Magnon au existat în vestul extrem al Europei aproximativ concomitent cu momentul în care emigrau şi dinspre est.

— În acele vremuri, Europa era un teritoriu cam gol, spune Tattersall. Este foarte posibil să nu se fi întâlnit prea des, în ciuda deplasărilor lor frecvente.

Una dintre curiozităţile sosirii oamenilor de Cro-Magnon o reprezintă faptul că s-a petrecut într-un moment cunoscut în paleoclimatologie drept intervalul Boutellier, în care Europa plonja dintr-o perioadă de relativă blândeţe într-o altă lungă perioadă de frig aspru. Orice i-ar fi atras către Europa, cu siguranţă nu a fost vremea însorită.

În orice caz, ideea că oamenii de Neandertal s-au retras în faţa concurenţei pe care o reprezentau nou-sosiţii Cro-Magnon contravine, cel puţin parţial, dovezilor. Rezistenţa oamenilor de Neandertal nu poate fi pusă la îndoială. Vreme de zeci de mii de ani au trăit în condiţii prin care nu a trecut niciun om modern, cu excepţia câtorva cercetători

şi exploratori polari. În cele mai negre zile ale glaciaţiunilor, viscolele cu vânturi de viteza uraganelor erau destul de obişnuite. Temperaturile scădeau frecvent până la –45 °C. Urşii polari se plimbau prin văile înzăpezite din sudul Angliei. Este de presupus că oamenii de Neandertal s-au retras în faţa condiţiilor mai aspre, dar, chiar şi aşa, cu siguranţă au trăit într-o climă care era cel puţin la fel de rea ca o iarnă siberiană modernă. Putem fi siguri că au suferit multe – un neandertalian avea mare noroc dacă trăia mai mult de treizeci de ani –, dar, la nivel de specie, aveau o rezistenţă magnifică şi erau practic indestructibili. Au supravieţuit cel puţin 100.000 de ani, şi poate de două ori pe atât, pe un teritoriu care se întindea de la Gibraltar până în Uzbekistan, ceea ce reprezintă un parcurs destul de reuşit pentru orice specie vie.

Cine erau ei şi cum arătau rămân două chestiuni incerte şi discutabile. Până la mijlocul secolului XX, perspectiva antropologică larg acceptată asupra oamenilor de Neandertal consta în aceea că erau lipsiţi de inteligenţă, încovoiaţi, cu mers greoi, ca de maimuţă – chintesenţa omului cavernelor. Oamenii de ştiinţă au fost obligaţi să îşi reconsidere opinia abia în urma unui accident dureros. În 1947, în timpul unor cercetări pe teren în Sahara, un paleontolog franco-algerian pe nume Camille Arambourg s-a adăpostit de soarele amiezii sub aripa avionului său uşor. În timp ce stătea acolo, un cauciuc a explodat din cauza căldurii, iar avionul s-a aplecat brusc într-o parte, dându-i o lovitură serioasă în partea superioară a corpului. Mai târziu, întors la Paris, s-a dus să îşi facă o radiografie la gât şi a observat că vertebrele îi erau aliniate exact ca acelea ale unui om de Neandertal greoi şi încovoiat. Atunci, fie fiziologia lui era primitivă, fie poziţia corpului omului de Neandertal fusese descrisă greşit. Realitatea era aceasta din urmă. Vertebrele oamenilor de Neandertal nu semănau deloc cu ale maimuţelor. Aceasta a schimbat radical opinia

noastră despre neandertalieni – dar se pare că numai pe alocuri.

Încă este larg răspândită convingerea că oamenii de Neandertal erau lipsiţi de inteligenţa sau de trăsăturile necesare pentru a concura de la egal la egal cu nou-veniţii pe continent, mai delicaţi şi mai iuţi la minte, Homo sapiens. Iată un comentariu tipic dintr-o lucrare recentă: „Oamenii moderni au neutralizat acest avantaj [fizicul mult mai masiv al oamenilor de Neandertal] cu ajutorul hainelor, focurilor şi adăposturilor mai bune; în paralel, oamenii de Neandertal erau îngreunaţi de un corp supradimensionat, care cerea mai multă hrană pentru întreţinere”. Cu alte cuvinte, înşişi factorii care le permiseseră să supravieţuiască cu succes 100.000 de ani au devenit brusc un handicap insurmontabil.

Mai presus de toate, o problemă care rămâne aproape întotdeauna ignorată este aceea că oamenii de Neandertal aveau creierul semnificativ mai mare decât cel al oamenilor moderni – 1,8 l la oamenii de Neandertal faţă de 1,4 l la oamenii moderni, potrivit unor măsurători. Diferenţa este mai mare decât aceea dintre Homo sapiens modern şi Homo erectus târziu, o specie pe care abia dacă o încadrăm în categoria oamenilor. Dar aici este adus argumentul că, deşi creierul nostru este mai mic, cumva el este mai eficient. Cred că nu exagerez cu nimic dacă subliniez că nicăieri altundeva de-a lungul evoluţiei umane nu a mai fost adus acest argument.

Atunci, aţi putea să vă întrebaţi de ce, dacă oamenii de Neandertal erau atât de solizi, de adaptabili şi de bine înzestraţi cerebral, nu mai sunt printre noi? Un răspuns posibil (dar foarte disputat) este acela că s-ar putea să fie totuşi. Alan Thorne este unul dintre principalii adepţi ai unei teorii alternative, cunoscută sub numele de ipoteza multiregională, care susţine că evoluţia umană a fost permanentă – că aşa cum australopitecii au evoluat spre Homo habilis, iar Homo heidelbergensis a devenit în timp

Homo neanderthalensis, în acelaşi fel Homo sapiens s-a ivit pur şi simplu din forme mai vechi de Homo. Privit din această perspectivă, Homo erectus nu mai este decât o fază tranzitorie, şi nu o specie separată. Astfel, chinezii moderni sunt descendenţii anticilor Homo erectus din China, europenii se trag din Homo erectus străvechi europeni şi tot aşa.

— Atâta doar că pentru mine nu există Homo erectus, spune Thorne. Eu consider că este un termen perimat, de care nu mai avem nevoie. Pentru mine, Homo erectus este doar o parte a noastră timpurie. Eu cred că o singură specie de oameni a părăsit Africa, şi aceea este Homo sapiens.

Adversarii teoriei multiregionale o resping, într-o primă fază, pe motiv că ar presupune o evoluţie paralelă a hominizilor în întreaga Lume Veche – în Africa, în China, în Europa, în cele mai îndepărtate insule ale Indoneziei, peste tot pe unde au apărut – ba chiar la o scară atât de considerabilă, încât pare imposibilă. Unii cred, de asemenea, că multiregionalismul încurajează o perspectivă rasistă, de care antropologia a reuşit să se debaraseze după eforturi îndelungate. La începutul anilor 1960, un faimos antropolog, pe nume Carleton Coon, de la Universitatea din Pennsylvania, a sugerat că unele rase moderne ar avea origini diferite, ceea ce presupunea că unii dintre noi ar putea proveni din rezerve superioare altora. Aceasta rezona neplăcut cu alte opinii anterioare, potrivit cărora anumite rase moderne, cum ar fi „boşimanii” africani (mai exact, Kalahari San) şi aborigenii australieni, ar fi mai primitive decât altele.

Indiferent care ar fi fost sentimentele personale ale lui Coon, mulţi au dedus implicit de aici că unele rase sunt mai avansate genetic şi că unii oameni ar putea practic să constituie specii diferite. Perspectiva, acum considerată ofensatoare din principiu, a fost larg popularizată până nu demult în numeroase medii respectabile. Am în faţa mea o

carte bine-cunoscută, editată în 1961 de Time-Life Publications şi intitulată *The Epic of Man (Povestea omului),* bazată pe o serie de articole din revista Life. În ea regăsim comentarii precum „omul de Rhodesia... a trăit până acum 25.000 de ani şi se prea poate să fi fost un strămoş al negrilor africani. Creierul lui avea dimensiuni apropiate de cel al lui *Homo sapiens*”. Cu alte cuvinte, negrii africani erau descendenţii recenţi ai unor fiinţe doar „apropiate” de Homo sapiens.

Thorne neagă cu tărie (şi, cred eu, cu sinceritate) ideea că teoria sa ar fi rasistă în vreun fel şi explică uniformitatea evoluţiei umane prin migraţii intense în toate direcţiile, între culturi şi regiuni.

— Nu avem niciun motiv să presupunem că oamenii s-ar fi deplasat într-o singură direcţie, spune el. Oamenii se mişcau peste tot, iar în locurile de întâlnire este aproape sigur că au schimbat material genetic prin încrucişări. Nou-veniţii nu au înlocuit populaţia indigenă, ci i s-au alăturat. Au devenit unii şi aceiaşi.

El compară situaţia cu aceea în care exploratori precum Cook sau Magellan au întâlnit pentru prima oară popoare îndepărtate.

— Nu erau întâlniri între specii diferite, ci ale aceleiaşi specii, cu unele diferenţe fizice.

Thorne afirmă insistent că, în realitate, istoria fosilelor ne prezintă o tranziţie continuă şi lină.

— Avem un craniu faimos din Petralona, Grecia, care datează de acum 300.000 de ani şi care a reprezentat un puternic motiv de contradicţie în rândul tradiţionaliştilor, deoarece pare să semene în anumite privinţe cu Homo erectus, iar în altele cu *Homo sapiens*. Ei bine, putem spune că este exact genul de situaţie pe care ne-am aştepta să o întâlnim în cazul speciilor aflate în evoluţie, şi nu în cazul unora care îşi iau locul succesiv.

Ceea ce ar ajuta la clarificarea situaţiei ar fi dovezile încrucişărilor, dar existenţa acestora nu este deloc uşor de

confirmat sau de infirmat din dovezile fosile. În 1999, arheologii din Portugalia au găsit scheletul unui copil în vârstă de circa patru ani, care a murit acum 24.500 de ani. Scheletul, în ansamblu, era modern, dar avea anumite caracteristici arhaice, posibil neandertaliene: oasele picioarelor erau neobişnuit de solide, dinţii păstrau un model caracteristic „de lopată” şi (deşi nu toată lumea este de acord cu aceasta) la baza craniului apărea o fosă suprainiacă, o trăsătură caracteristică exclusiv oamenilor de Neandertal. Erik Trinkaus de la Universitatea Washington din St. Louis, specialistul numărul unu în oameni de Neandertal, a anunţat că acest copil era un hibrid: dovadă a faptului că oamenii moderni s-au încrucişat cu cei de Neandertal. Alţii însă au fost miraţi că trăsăturile moderne şi cele neandertaliene nu erau mai puternic amestecate. După cum spunea unul dintre critici: „Dacă te uiţi la un catâr, nu vezi că partea din faţă arată a măgar, iar cea din spate a cal”.

Ian Tattersall a declarat că nu este nimic mai mult decât „un copil modern bine clădit”. El acceptă că ar fi putut exista hârjoneli între neandertalieni şi moderni, dar nu crede că din acestea ar fi putut rezulta urmaşi capabili să se reproducă[65]. „Eu nu cunosc în întregul domeniu al biologiei două organisme care să fie atât de diferite şi totuşi să aparţină aceleiaşi specii”, spune Tattersall.

Întrucât rezerva noastră de fosile este atât de nefolositoare, oamenii de ştiinţă s-au îndreptat tot mai mult către studiile genetice, în special către o parte cunoscută drept ADN-ul mitocondrial. Acesta a fost descoperit abia în 1964, dar până prin anii 1980 câteva minţi ingenioase de la Universitatea statului California din Berkeley şi-au dat seama că acesta are două trăsături care îi conferă un avantaj special, funcţionând ca un fel de ceas molecular. Este transmis numai pe linie feminină, prin urmare nu se

amestecă cu ADN-ul patern la fiecare generaţie, şi produce mutaţii de aproape douăzeci de ori mai rapid decât ADN-ul nuclear normal, de aceea tiparele genetice devin mult mai uşor de detectat şi de urmărit în timp. Calculând ratele mutaţiilor, ei au putut afla istoriile şi relaţiile genetice ale unor grupuri întregi de oameni.

În 1987, echipa de la Berkeley, condusă de regretatul Allan Wilson, a făcut o analiză a ADN-ului mitocondrial pe 147 de indivizi şi a declarat că apariţia oamenilor cu anatomie modernă a avut loc în Africa, undeva în ultimii 140.000 de ani şi că „toţi oamenii din prezent sunt descendenţi ai acelei populaţii”. Aceasta a dat o lovitură serioasă adepţilor multiregionalismului. Apoi însă, cercetătorii au început să analizeze datele mai atent. Una dintre cele mai extraordinare observaţii – aproape prea extraordinară pentru a i se da crezare – a fost aceea că „africanii” folosiţi în studiu erau în realitate americani de culoare, ale căror gene fuseseră considerabil amestecate în ultimele câteva sute de ani. Curând, au apărut dubii şi în legătură cu presupusele rate ale mutaţiilor.

Până prin 1992, studiul fusese în bună parte discreditat, dar tehnicile de analiză genetică au continuat să se perfecţioneze; în 1997, cercetătorii de la Universitatea din München au reuşit să extragă şi să analizeze o cantitate de ADN din osul braţului unui om de Neandertal autentic şi de data aceasta dovezile au fost incontestabile. Studiul efectuat la München a scos la iveală faptul că ADN-ul neandertalian era diferit de orice alt ADN găsit pe Pământ până în prezent, indicând în mod edificator că nu există nicio legătură genetică între neandertalieni şi oamenii moderni. Aceasta a fost cu adevărat o lovitură puternică pentru multiregionalism.

Apoi, la sfârşitul anului 2000, Nature şi alte publicaţii au scris despre un studiu suedez legat de ADN-ul mitocondrial pe 53 de persoane, care sugera că toţi oamenii moderni au apărut din Africa undeva în ultima sută de mii de ani şi au

provenit dintr-o bază de reproducere de nu mai mult de 10.000 de indivizi. Curând după aceea, Eric Lander, director la Whitehead Institute/Center for Genome Research de pe lângă Massachusetts Institute of Technology, a anunţat că europenii moderni, şi poate chiar oameni din părţi mai îndepărtate, provin din „nu mai mult de câteva sute de africani care şi-au părăsit pământurile natale abia acum 25.000 de ani”.

Aşa cum remarcam altundeva în această carte, fiinţele umane moderne demonstrează o varietate genetică extrem de redusă – „regăsim o mai mare diversitate într-un singur grup social de 55 de cimpanzei decât în întreaga populaţie umană”, după cum se exprima un expert în materie – şi aceasta ar explica şi de ce. Întrucât suntem descendenţii recenţi ai unei populaţii fondatoare mici, nu a fost suficient timp sau suficientă populaţie pentru a asigura sursele necesare unei largi varietăţi. Se pare că aceasta a constituit o lovitură destul de severă pentru multiregionalism. Un profesor de la Penn State a declarat pentru Washington Post: „După aceasta, lumea nu-şi va mai bate capul cu teoria multiregionalistă, pentru care există atât de puţine dovezi”.

Dar toate acestea au pierdut din vedere capacitatea aproape infinită de a surprinde a vechilor oameni de Mungo din vestul regiunii New South Wales. La începutul lui 2001, Thorne şi colegii săi de la Australian National University au relatat că au recuperat ADN de la cel mai vechi dintre specimenele Mungo – datate acum la o vechime de 62.000 de ani – şi că acest ADN s-a dovedit a fi „diferit genetic”.

Potrivit acestor descoperiri, omul de Mungo avea o anatomie modernă – exact ca dumneavoastră şi ca mine –, dar provenea dintr-o linie genetică acum stinsă. ADN-ul său mitocondrial nu se mai regăseşte în oamenii vii, aşa cum ar trebui dacă, asemenea tuturor celorlalţi oameni moderni, el

ar fi provenit din indivizi care au părăsit Africa într-un trecut cât de cât recent.

— Şi totul s-a întors din nou cu fundul în sus, spune Thorne cu o încântare nedisimulată.

Apoi au început să apară şi alte anomalii, unele chiar mai curioase. Rosalind Harding, specialistă în genetica populaţiilor la Institutul de Antropologie Biologică de la Oxford, a descoperit, în timp ce studia genele beta globină la oamenii moderni, două variante frecvente în rândul asiaticilor şi indigenilor din Australia, dar aproape inexistente în Africa. Ea este sigură că variante de gene au apărut cu mai bine de 200.000 de ani în urmă, nu în Africa, ci în estul Asiei – cu mult înainte ca Homo sapiens modern să fi ajuns în acea regiune. Singura modalitate de a le explica este să acceptăm că între strămoşii oamenilor care trăiesc acum în Asia se află şi hominizi arhaici – precum Omul de Java şi alţii asemănători. Interesant este faptul că aceeaşi variantă de genă – gena Omului de Java, ca să spunem aşa – apare la populaţiile moderne din Oxfordshire.

Nedumerit, m-am dus să mă întâlnesc cu doamna Harding la institut, care ocupă o vilă veche de cărămidă pe Banbury Road în Oxford. Harding este o australiancă micuţă şi vioaie, originară din Brisbane, cu darul rar de a fi veselă şi pasionată în acelaşi timp.

— Habar n-am, mi-a răspuns ea pe dată, zâmbind, când am întrebat-o cum se face că oamenii din Oxfordshire au ajuns să adăpostească secvenţe de beta globină care n-ar trebui să se afle acolo. În ansamblu, a continuat ea pe un ton mai sobru, genetica susţine ipoteza provenienţei africane. Dar apoi dai peste astfel de grupuri nefireşti, despre care majoritatea geneticienilor preferă să nu vorbească. Am putea avea la dispoziţie cantităţi enorme de informaţii dacă le-am putea înţelege, dar încă nu am ajuns acolo. Abia suntem la început.

Refuză să se lase atrasă în comentarii despre implicaţiile existenţei genelor de origine asiatică în Oxfordshire,

mulţumindu-se să spună că situaţia este, evident, complicată.

— Tot ce putem afirma în această etapă este că lucrurile nu sunt la locul lor şi că noi nu ştim de ce.

La momentul întâlnirii noastre, pe la începutul anului 2002, un alt cercetător de la Oxford, Bryan Sykes, tocmai terminase o carte foarte cunoscută, intitulată The Seven Daughters of Eve (Cele şapte fiice ale Evei), în care, pornind de la studiile pe ADN-ul mitocondrial, pretindea că este capabil să urmărească istoria mai tuturor europenilor astăzi în viaţă până la o populaţie fondatoare de numai şapte femei – „cele şapte fiice ale Evei” din titlu – care au trăit cu 10.000 până la 45.000 de ani în urmă, într-un timp cunoscut în ştiinţă drept paleolitic. Sykes îi dăduse câte un nume fiecăreia dintre aceste femei – Ursula, Xenia, Jasmine şi tot aşa – şi chiar le făcuse câte o biografie personală detaliată. („Ursula era al doilea copil al mamei ei. Primul fusese luat de un leopard pe când avea numai doi ani...”)

Când am întrebat-o pe Harding despre această carte, pe faţă i-a apărut un zâmbet larg, dar atent, ca şi cum nu ar fi fost prea sigură încotro va duce răspunsul.

— Mda, presupun că trebuie să-i recunoaştem un merit pentru că ajută la popularizarea unui subiect dificil, a spus ea, apoi a făcut o pauză gânditoare. Şi apoi, există oricând o infimă posibilitate să aibă dreptate.

A râs, apoi a continuat pe un ton mai sigur:

— Nicio genă nu ne oferă date din care să extragem răspunsuri atât de precise. Dacă mergem înapoi pe urmele unui ADN mitocondrial, acesta ne va duce într-un anume loc – la o Ursula, o Tara sau oricare alta. Dar dacă luăm orice alt fragment de ADN, orice genă, la întâmplare, şi mergem înapoi pe urmele ei, ne va duce într-un loc complet diferit.

Din câte am înţeles eu, este aproape ca şi cum ai porni la întâmplare pe un drum care iese din Londra şi ai afla în final că se sfârşeşte la John O’Groats, iar de aici ai trage

concluzia că toată lumea din Londra trebuie să fi venit din nordul Scoţiei. Fireşte că s-ar putea să fi venit cu toţii de acolo, dar la fel de bine s-ar putea să fi venit din sute de alte locuri. Potrivit lui Harding, în această privinţă, fiecare genă este o autostradă diferită, iar noi abia am început să trasăm hărţile.

— Nicio genă luată separat nu va relata vreodată întreaga poveste, mi-a spus ea.

Prin urmare, studiile genetice nu sunt demne de încredere?

— A, în general vorbind, ne putem încrede în studiile genetice. Dar nu ne putem încrede în concluziile categorice pe care oamenii le leagă frecvent de acestea.

Ea consideră că provenienţa africană este „probabil corectă în proporţie de 95%”, dar adaugă:

— Cred că ambele tabere au adus întru câtva un deserviciu ştiinţei insistând că trebuie să fie corectă fie o variantă, fie cealaltă. Probabil se va dovedi că lucrurile nu sunt deloc atât de categorice cum ar dori fiecare parte să vă facă să credeţi. Dovezile încep să arate tot mai clar că au existat migraţii şi dispersii multiple în părţi diferite ale lumii, către o mulţime de direcţii, care s-au soldat în general cu un amestec al bazei genetice. Nu va fi niciodată uşor de clarificat acest aspect.

Cam în acelaşi timp, au apărut mai multe relatări care puneau la îndoială validitatea afirmaţiilor referitoare la recuperarea mostrelor de ADN foarte vechi. O lucrare academică din Nature relata că un paleontolog, întrebat de un coleg dacă credea că un craniu vechi era lăcuit sau nu, îl linsese pe creştet şi apoi răspunsese că da. „Prin acest procedeu”, observa articolul din Nature, „asupra craniului s-au transferat cantităţi mari de ADN uman modern”, motiv pentru care el a devenit inutil pentru viitoare studii. Am întrebat-o pe Harding ce părere are.

— A, sunt convinsă că fusese deja contaminat, mi-a răspuns ea. Osul se contaminează şi prin simpla atingere.

Şi dacă se respiră asupra lui se va contamina. Aproape toată apa din laboratoarele noastre îl contaminează. Cu toţii înotăm în ADN străin. Pentru a obţine un specimen suficient de curat, trebuie să fie excavat în condiţii sterile şi apoi să se desfăşoare testele pe el chiar la locul excavării. Necontaminarea specimenelor este unul dintre cele mai dificile lucruri din lume.

Aşadar, aceste teorii trebuie tratate cu circumspecţie? am întrebat. Doamna Harding a dat din cap solemn.

— Cu foarte multă circumspecţie, a spus ea.

Dacă doriţi să înţelegeţi rapid de ce ştim atât de puţine lucruri despre originile omului, am găsit locul potrivit pentru dumneavoastră. Acesta se găseşte puţin dincolo de marginile dealurilor albastre Ngong, Kenya, către sudul şi vestul oraşului Nairobi. Dacă ieşiţi din oraş cu maşina pe autostrada principală către Uganda, vă veţi trezi într-o clipă de splendoare, în care pământul pare să se scufunde şi în faţa ochilor vă apare priveliştea nesfârşitei câmpii africane, de un verde palid, văzută ca dintr-un planor.

Acesta este Marele Rift siro-african, care descrie un cerc de aproape 5.000 km peste estul Africii, marcând ruptura tectonică dintre Africa şi Asia. Aici, la circa 65 km depărtare de Nairobi, în bazinul fierbinte al văii, se află un sit antic numit Olorgesailie, care avea cândva în apropiere un lac enorm şi încântător. În 1919, la multă vreme după ce lacul dispăruse, un geolog pe nume J.W. Gregory cerceta regiunea în căutare de rezerve minerale, când a dat peste o întindere de teren deschis, presărat cu pietre întunecate, curioase, care în mod evident fuseseră modelate de o mână omenească. Tocmai descoperise unul dintre cele mai importante situri de unelte acheuleene lucrate de mână, despre care îmi povestise Ian Tattersall.

În toamna lui 2002 m-am trezit pe neaşteptate vizitator în acest loc extraordinar. Mă aflam în Kenya pentru cu totul altceva, pentru a urmări nişte proiecte derulate de

organizaţia caritabilă CARE International, dar gazdele mele, cunoscându-mi interesul pentru originile oamenilor în vederea scrierii acestei cărţi, au inclus în program o vizită la Olorgesailie.

De la descoperirea sa de către geologul Gregory, Olorgesailie a rămas neatins vreme de peste două decenii, până când faimoasa echipă formată din soţii Louis şi Mary Leakey a început o excavare care încă nu a fost încheiată. Soţii Leakey au descoperit un sit care se întinde pe aproximativ patru hectare, în care se găsesc unelte într-un număr inimaginabil, produse vreme de circa un milion de ani, începând cu 1,2 milioane de ani până la 200.000 de ani în urmă. În prezent, suprafeţele pe care se găsesc uneltele sunt adăpostite de vicisitudinile naturii în magazii mari de tablă şi îngrădite cu plasă de sârmă, pentru a-i descuraja pe vizitatorii oportunişti să le împuţineze, dar în rest uneltele au fost lăsate exact acolo unde le abandonaseră făuritorii lor şi unde le-au găsit soţii Leakey.

Jillani Ngalli, un tânăr entuziast de la Muzeul Naţional din Kenya care ne fusese trimis drept ghid, mi-a spus că rocile de cuarţ şi obsidian din care fuseseră cioplite topoarele nu existaseră niciodată în bazinul văii.

— Au trebuit să care pietrele de acolo, mi-a spus el indicând din cap către doi munţi aflaţi la oarecare distanţă, în direcţia opusă sitului: Olorgesailie şi Ol Esakut.

Fiecare se afla la circa zece kilometri – o distanţă lungă, dacă trebuie să o parcurgi cu braţele pline de pietre.

Fireşte că nu ne rămâne decât să ghicim de ce oamenii primitivi din Olorgesailie s-au complicat atât de tare. Şi nu numai că au cărat pietre atât de grele pe distanţe considerabile, până la marginea lacului, ci probabil că după aceea au organizat situl, lucru şi mai remarcabil. Excavaţiile soţilor Leakey au scos la iveală zone în care erau făurite topoarele şi zone în care cele tocite erau aduse pentru a fi reascuţite. Pe scurt, Olorgesailie era un fel de

fabrică; şi încă una care a avut activitate vreme de un milion de ani.

Copiile făcute au arătat că topoarele erau obiecte complicate, pentru fabricarea cărora era nevoie de un efort considerabil – chiar şi pentru cei experimentaţi, un topor însemna ore bune de muncă –, şi, cu toate acestea, lucrul curios este acela că nu erau prea bune pentru tăiat, ciopârţit, răzuit sau orice alte îndeletniciri la care presupunem că erau folosite. Prin urmare, nu ne rămâne decât să acceptăm ideea că, vreme de un milion de ani – mult, mult mai mult decât perioada de existenţă a propriei specii, ca să nu mai vorbim de perioada în care aceasta a desfăşurat activităţi care presupuneau eforturi continue de cooperare –, oamenii timpurii s-au adunat în acest loc într-un număr considerabil pentru a produce, în cantităţi de-a dreptul extravagante, unelte care, şi aici este lucrul de mirare, par să fi fost inutile.

Şi cine erau aceşti oameni? Păi, de fapt nu avem habar. Presupunem că erau Homo erectus, doar pentru că nu cunoaştem alţi candidaţi viabili, de unde ar rezulta că, la apogeul lor – apogeul lor! –, muncitorii din Olorgesailie trebuie să fi avut creierul unui copil modern. Dar nu avem nicio dovadă fizică pe care să ne fundamentăm concluzia. În ciuda celor peste şaizeci de ani de cercetări, nu s-a găsit niciun os uman în sau în jurul regiunii Olorgesailie. Oricât de mult timp şi-ar fi petrecut acolo pentru a-şi ciopli rocile, se pare că s-au dus în altă parte ca să moară.

— E un mister total, mi-a spus Jillani Ngalli, radiind de bucurie.

Oamenii din Olorgesailie au ieşit din scena existenţei acum 200.000 de ani, când lacul a secat şi Valea Marelui Rift a început să se transforme în locul fierbinte şi neprimitor pe care îl cunoaştem astăzi. Dar la acel moment specia lor avea deja zilele numărate. Lumea era pe cale să cunoască prima sa rasă cu adevărat dominantă, Homo

sapiens. Şi lucrurile nu aveau să mai fie niciodată ca până atunci.

Capitolul 30

La revedere

La începutul anilor 1680, cam pe când Edmond Halley şi prietenii săi, Christopher Wren şi Robert Hooke, se aşezau confortabil într-o cafenea din Londra şi puneau banalul pariu ce avea să ducă într-un final la Principiile lui Isaac Newton, cam pe vremea în care Henry Cavendish cântărea Pământul şi în vremea multora dintre lăudabilele aventuri inspirate care ne-au ţinut mintea ocupată în ultimele aproximativ patru sute de pagini, undeva departe, în Oceanul Indian, la circa 1.300 de kilometri în estul coastei Madagascarului, pe insula Mauritius, se marca o altă piatră de hotar, mai puţin dezirabilă.

Acolo, vreun marinar uitat de lume sau tovarăşul său patruped gonea din urmă, înspre moarte, ultimul exemplar de dodo, faimoasa pasăre nezburătoare pe care firea sa morocănoasă, dar încrezătoare şi lipsa de agilitate a picioarelor au transformat-o într-o ţintă irezistibilă pentru marinarii plictisiţi, coborâţi la plimbare pe mal. Milioane de ani de izolare paşnică nu o pregătiseră pentru comportamentul imprevizibil şi profund perturbator al fiinţelor umane.

Nu cunoaştem circumstanţele exacte care au marcat cele din urmă clipe ale ultimei păsări dodo din anul fatal, prin urmare nu ştim care a fost mai întâi, o lume care cunoştea Principia sau una în care nu exista dodo, dar ştim cu siguranţă că s-au întâmplat aproape concomitent. Cred că am putea găsi cu greu o mai bună alăturare de situaţii care să ilustreze natura divină şi, în acelaşi timp, distrugătoare a fiinţei umane – o specie de organisme capabilă să descifreze cele mai adânci secrete ale cerurilor, dar să determine şi dispariţia, fără niciun fel de sens, a creaturii care nu ne-a făcut niciodată vreun rău şi care, mai mult, nu avea nici cea mai vagă capacitate pentru a înţelege ce făceam noi cu ea în acel moment. Este un fapt atestat că

păsările dodo erau de o asemenea îngustime a minţii, încât, dacă voiai să le aduni pe toate, nu trebuia decât să prinzi una şi să o faci să chiţăie şi toate celelalte se adunau cu paşi greoi să vadă ce se întâmplă.

Şi umilinţele bietei păsări dodo nu se încheie aici. În 1755, la circa şaptezeci de ani după moartea ultimului exemplar, directorul Muzeului Ashmolean din Oxford a decis că pasărea dodo împăiată pe care o deţinea instituţia mirosea tot mai urât a mucegai şi a hotărât să fie aruncată pe foc. O decizie cu adevărat surprinzătoare, dacă ne gândim că în acel moment era singura dodo existentă, împăiată sau altfel. Un angajat, consternat, a încercat să salveze pasărea, dar nu a reuşit să recupereze decât capul şi o parte dintr-un membru.

Ca urmare a acestei deraieri a bunului-simţ, în prezent nu mai putem şti cu siguranţă cum arăta o pasăre dodo în viaţă. Informaţiile noastre sunt mult mai sărace decât şi-ar imagina majoritatea oamenilor – doar câteva descrieri barbare ale unor „călători neavizaţi, trei sau patru picturi în ulei şi câteva fragmente de oase disparate”, ca să preluăm cuvintele aproape îndurerate ale unui naturalist din secolul al XIX-lea, H.E. Strickland. După cum observa cu tristeţe Strickland, avem mai multe dovezi palpabile despre existenţa unor monştri marini străvechi şi sauropode greoaie decât despre o pasăre care a trăit până în timpurile moderne şi care, pentru a supravieţui, nu ne cerea nimic altceva decât absenţa.

Iată deci ce ştim despre dodo: a trăit în Mauritius, era dolofană, dar nu gustoasă, era cel mai mare exemplar din familia porumbeilor, deşi nu putem şti exact cât de mare, întrucât nu i s-a determinat niciodată greutatea. Din extrapolările pornite de la „fragmentele osoase” ale lui Strickland şi modestele rămăşiţe de la Ashmolean, observăm că înălţimea ei era puţin peste 75 cm şi cam tot atât avea între vârful ciocului şi coadă. Cum nu putea să zboare, îşi făcea cuibul pe pământ, iar ouăle şi puii săi erau

o pradă mult prea uşoară pentru porcii, câinii şi maimuţele aduse pe insulă de invadatori. Probabil că era aproape dispărută în 1683 şi aproape sigur nu mai exista niciuna în 1693. Mai mult de atât nu ştim, cu excepţia faptului că, evident, n-o să o mai vedem niciodată. Nu ştim nimic despre obiceiurile sale legate de hrană şi reproducere, unde se adăpostea, ce sunete scotea când era liniştită sau în pericol. Nu avem decât un singur ou de dodo.

De la un cap la altul, contactul nostru cu păsările dodo vii a durat numai şaptezeci de ani. Acest interval atât de scurt este de natură să ne sperie – însă trebuie să menţionăm că, până la acest moment al istoriei noastre, aveam în spate o practică de mii de ani în materie de epurări definitive. Nimeni nu ştie exact cam cât de distructivă este fiinţa umană, dar nu putem nega faptul că în ultimii 50.000 de ani, oriunde am pus noi piciorul, animalele au manifestat tendinţa să dispară, cel mai adesea într-un număr înspăimântător.

În America, treizeci de genuri de animale mari – unele chiar foarte mari – au dispărut practic dintr-o lovitură după sosirea pe continent a omului modern, acum 10.000-20.000 de ani. America de Nord şi de Sud au pierdut la un loc aproape trei sferturi dintre animalele mari după ce omul vânător a sosit aici înarmat cu suliţele sale ascuţite şi cu minunate abilităţi organizatorice. În Europa şi Asia, unde animalele avuseseră la dispoziţie o perioadă mai lungă pentru a-şi dezvolta neîncrederea faţă de oameni, s-au pierdut între o treime şi jumătate din creaturile mari. Din motive contrare, Australia a pierdut nu mai puţin de 95% dintre ele.

Întrucât populaţiile primitive de vânători erau relativ reduse şi, prin comparaţie, populaţiile animale de-a dreptul monumentale – se consideră că numai în tundra din nordul Siberiei ar zăcea îngheţate până la zece milioane de schelete de mamuţi –, unii specialişti sunt de părere că trebuie să existe şi alte explicaţii, legate poate de

schimbări climatice sau chiar de pandemii. Ross MacPhee de la Muzeul American de Istorie Naturală, remarca: „Vânarea animalelor periculoase în număr mai mare decât este absolut necesar nu aduce niciun beneficiu material – până la urmă, câte fripturi de mamut poţi mânca?”. Alţii consideră că s-ar putea să fi fost extrem de uşor să prinzi şi să extermini prada. Tim Flannery spunea: „În Australia şi cele două Americi, probabil că animalele nu ştiau nici măcar că trebuie să fugă”.

Unele dintre fiinţele pierdute erau de o unicitate spectaculoasă şi ne-ar ridica ceva probleme legate de acomodare dacă ar mai fi prezente şi astăzi. Imaginaţi-vă leneşi de pământ care ar putea privi pe o fereastră de la etaj, broaşte-ţestoase aproape de dimensiunile unui Fiat mic, varani de şase metri lungime prăjindu-se la soare pe marginea autostrăzilor prin deşertul din vestul Australiei. Din nefericire, toate acestea au pierit, iar noi trăim pe o planetă sărăcită. În prezent, pe tot globul au supravieţuit doar patru tipuri de animale de uscat cu adevărat mari (de o tonă sau mai mult): elefanţii, rinocerii, hipopotamii şi girafele. De zeci de milioane de ani, viaţa pe Pământ nu a mai fost atât de săracă şi de docilă.

Se naşte întrebarea dacă dispariţiile din epoca de piatră şi cele din vremuri mai recente sunt în realitate o parte a unui unic mare eveniment de dispariţie – mai exact, dacă oamenii sunt prin natura lor aducători de moarte pentru alte fiinţe vii. Cu tristeţe trebuie să recunoaştem că, după toate probabilităţile, aşa suntem. Potrivit paleontologului David Raup de la Universitatea din Chicago, rata medie de dispariţie naturală pe Pământ de-a lungul istoriei biologice a fost de o specie la patru ani. Potrivit lui Richard Leakey şi Roger Lewin, în The Sixth Extinction (A şasea dispariţie), dispariţiile provocate de om ar putea să se ridice în prezent la un nivel de o sută douăzeci de mii de ori mai mare.

La mijlocul anilor 1990, naturalistul australian Tim Flannery, acum director la South Australian Museum din Adelaide, a fost uimit de cât de puţin ştim despre numeroase dispariţii, inclusiv unele relativ recente.

— Oriunde te-ai uita, par să existe goluri – piese lipsă, cum s-a întâmplat cu pasărea dodo, sau necunoscute deloc, mi-a spus el la Melbourne la începutul lui 2002.

Flannery l-a recrutat pe prietenul său, Peter Schouten, un concetăţean artist, şi au pornit împreună într-o aventură uşor obsesivă de cercetare a marilor colecţii ale lumii, pentru a descoperi ce s-a pierdut, ce a rămas şi ce nu s-a ştiut niciodată. Şi-au petrecut patru ani scormonind printre piei vechi, specimene mucegăite, desene învechite şi descrieri, oriunde au reuşit să găsească ceva. Schouten a realizat picturi în mărime naturală ale fiecărui animal pe care l-au putut recrea în limite rezonabile, iar Flannery a scris textele. Rezultatul a fost o carte extraordinară, numită *A Gap in Nature (Un gol în natură)*, care reprezintă cel mai complet – şi, trebuie să recunoaştem, cel mai emoţionant – catalog al speciilor de animale dispărute în ultimii trei sute de ani.

Pentru unele animale, existau informaţii destul de bune, dar nimeni nu făcuse mai nimic cu ele, uneori de ani buni, alteori niciodată. Vaca de mare a lui Steller, o creatură asemănătoare cu morsele, din aceeaşi familie cu dugongul, a fost unul dintre ultimele animale mari care au dispărut. Era cu adevărat enormă – un adult putea ajunge la lungimi de aproape nouă metri şi putea cântări zece tone –, dar noi am aflat de existenţa ei numai pentru că în 1741 o expediţie rusească s-a întâmplat să eşueze în singurul loc în care aceste creaturi mai supravieţuiau într-un număr oarecare, în ceţurile îndepărtatelor Insule ale Comandorului din Marea Bering.

Din fericire, expediţia era însoţită de un naturalist, Georg Steller, care a fost fascinat de acest animal.

— A luat nişte notiţe incredibil de detaliate, spune Flannery. Le-a măsurat chiar şi diametrul mustăţilor. Singurul lucru pe care nu a vrut să îl descrie au fost organele genitale masculine – deşi, din motive doar de el ştiute, a descris fără probleme organele genitale ale femelei. A păstrat până şi o bucăţică de piele, aşa că ne putem face o idee destul de clară despre textura acesteia. Dar nu întotdeauna am fost la fel de norocoşi.

Singurul lucru pe care Steller nu l-a putut face a fost să salveze animalul însuşi de la dispariţie. Deja vânat în exces, până la limita extincţiei, avea să dispară complet în următorii 27 de ani după descoperirea lui Steller. Însă multe alte animale nu au putut fi incluse în catalog, pentru că se cunosc prea puţine despre ele. Şoarecele săritor din Darling Downs, lebedele din Insulele Chatham, cârsteiul de baltă nezburător din Insula Ascension, cel puţin cinci tipuri de ţestoase mari şi multe altele sunt definitiv pierdute, cu excepţia numelor.

Flannery şi Schouten au descoperit că o bună parte dintre dispariţii nu au fost nici crude, nici intenţionate, ci doar de o maiestuoasă prostie. În 1894, când s-a construit un far pe o stâncă singuratică numită Insula Stephens, din istmul furtunos dintre Insula de Nord şi Insula de Sud ale Noii Zeelande, pisica paznicului de la far îi tot aducea nişte păsări mici, ciudate, pe care le prindea. Paznicul, de bună-credinţă, a trimis câteva specimene la muzeul din Wellington. Aici, un muzeograf s-a arătat extrem de încântat de ele, întrucât pasărea era o specie relicvă de pitulice nezburătoare – singurul exemplu de pasăre cântătoare nezburătoare descoperit vreodată. A pornit pe dată către insulă, dar, până să ajungă el acolo, pisica le omorâse pe toate. Douăsprezece specimene împăiate de muzeu sunt singurele care mai există din pitulicea nezburătoare de pe Insula Stephens.

Bine măcar că le avem şi pe acelea. De prea multe ori, se dovedeşte că nu suntem cu nimic mai capabili să avem grijă

de o specie după ce aceasta a dispărut decât eram pe vremea când mai trăia încă. Să luăm de exemplu minunatul peruş bălţat de Carolina. De un verde smarald, cu capul auriu, am putea chiar să o considerăm cea mai atrăgătoare şi mai frumoasă pasăre care a trăit vreodată în America de Nord – după cum probabil că aţi observat, papagalii nu se aventurează de obicei atât de departe către nord –, iar la apogeul speciei sale a existat într-un număr impresionant, depăşit doar de cel al porumbeilor călători. Dar acelaşi peruş de Carolina era considerat de către fermieri un dăunător şi vânat fără mare bătaie de cap, pentru că se mişca în cârduri strânse şi avea ciudatul obicei de a zbura în înalt la auzul focului de armă (previzibil), deşi se întorcea aproape imediat, să aibă grijă de tovarăşii doborâţi.

În lucrarea sa clasică *American Ornithology (Ornitologie americană)*, scrisă la începutul secolului al XIX-lea, Charles Willson Peale descrie o situaţie în care şi-a descărcat repetat puşca într-un copac în care acestea se adăpostiseră:

> *La fiecare descărcare a puştii, deşi cădeau în valuri, afecţiunea supravieţuitorilor părea mai degrabă să sporească; pentru că, după câteva cercuri pe deasupra locului, coborau din nou lângă mine, privind în jos către tovarăşii lor măcelăriţi, prezentând semne atât de evidente de simpatie şi de preocupare, încât m-au dezarmat complet.*

Până în al doilea deceniu al secolului XX, aceste păsări fuseseră vânate cu atâta înverşunare, încât abia mai rămăseseră câteva în captivitate. Ultima dintre ele, pe nume Inca, a murit în 1918 la grădina zoologică din Cincinnati (la nici patru ani după stingerea ultimului porumbel migrator în aceeaşi grădină zoologică) şi a fost împăiată reverenţios. Şi unde poţi să te duci acum ca să o

vezi pe biata Inca? Nu ştie nimeni. Grădina zoologică a pierdut-o.

Năucitor şi curios în acelaşi timp în povestea de mai sus este faptul că Peale era un iubitor de păsări şi totuşi nu ezita să le omoare în număr considerabil din simplul motiv că i se părea interesant. Este de-a dreptul uluitor că, foarte multă vreme, oamenii cei mai interesaţi de lumea fiinţelor vii erau şi cei care se pricepeau cel mai bine să le împingă la dispariţie.

Şi nimeni nu a confirmat această afirmaţie la o scară mai reprezentativă (în toate sensurile) decât Lionel Walter Rothschild, al doilea baron de Rothschild. Descendent al marii familii de bancheri, Rothschild era un individ ciudat şi introvertit. Şi-a trăit întreaga viaţă, între 1868 şi 1937, în aripa pentru copii a locuinţei sale din Tring, Buckinghamshire, folosind mobila de pe vremea când era copil – ba chiar dormind în patul său din copilărie, deşi a ajuns să cântărească 135 de kilograme.

Pentru că pasiunea sa era istoria naturală, a devenit un înfocat colecţionar de obiecte. A trimis hoarde de oameni bine pregătiţi – până la patru sute odată – în fiecare colţ al globului să se caţăre pe munţi şi să-şi croiască drum prin junglă, în căutare de noi specimene – cu precădere zburătoare. Acestea erau puse în cutii sau în coşuri şi trimise înapoi la locuinţa lui Rothschild din Tring, unde el, împreună cu un batalion de asistenţi catalogau şi analizau exhaustiv tot ce primeau, producând un flux constant de cărţi, lucrări şi monografii – până la un total de 1.200. În ansamblu, fabrica de istorie naturală a lui Rothschild a procesat mai bine de două milioane de specimene şi a îmbogăţit arhivele ştiinţei cu peste 5.000 de specii.

Şi mai remarcabil este faptul că eforturile de colecţionar ale lui Rothschild nu au fost nici cele mai extinse, nici cele mai finanţate din secolul al XIX-lea. Acest titlu îi revine fără doar şi poate unui alt colecţionar britanic, la fel de bogat,

dintr-o perioadă puţin anterioară, pe nume Hugh Cuming, care a devenit atât de obsedat de acumularea de obiecte, încât a construit o imensă navă oceanică şi a angajat un echipaj care să navigheze permanent prin lume adunând tot ce putea găsi – păsări, plante, animale de orice fel şi mai ales scoici. Neegalata sa colecţie de ciripede, ajunsă în mâinile lui Darwin, a servit drept bază pentru atât de productivul său studiu.

Rothschild a fost de departe cel mai avizat colecţionar al epocii sale, însă, în acelaşi timp, regretabil de ucigător, pentru că în anii 1890 a devenit preocupat de Hawaii, probabil cel mai vulnerabil şi mai tentant mediu pe care l-a dat Pământul vreodată. Graţie milioanelor de ani de izolare, în Hawaii au putut să evolueze 8.800 de specii unice de plante şi animale. Rothschild s-a arătat interesat cu precădere de păsările viu colorate şi unice ale insulelor, de multe ori reprezentate de populaţii foarte mici, care ocupau arealuri extrem de bine delimitate.

Tragedia multor păsări hawaiiene a fost aceea că nu erau numai deosebite, dezirabile şi rare – o combinaţie periculoasă până şi în cele mai favorabile circumstanţe –, dar de multe ori ţi se rupea inima de cât de uşor puteau fi omorâte. Marea cinteză de koa, un membru inofensiv din familia Coerebidae, se ascundea timid în coroanele arborilor koa (Acacia koa), dar, dacă cineva îi imita sunetele, îşi abandona pe loc camuflajul şi zbura în întâmpinarea sunetului. Ultimul membru al speciei sale a dispărut în 1896, ucis de Harry Palmer, colectorul expert al lui Rothschild, la cinci ani după dispariţia verişoarei sale, cinteza mică de koa, o pasăre de o raritate sublimă, din care a fost văzut un singur exemplar: cel împuşcat pentru colecţia lui Rothschild. În cei zece ani de colecţionare intensivă a lui Rothschild, au dispărut în total cel puţin nouă specii de păsări hawaiiene, deşi se poate să fi fost mai multe.

Nu trebuie să înţelegem de aici că Rothschild ar fi fost unic în zelul său de a captura păsări aproape cu orice preţ. Ba chiar au fost alţii şi mai nemiloşi. În 1907, când un bine-cunoscut colecţionar pe nume Alanson Bryan şi-a dat seama că a împuşcat ultimele trei specimene de mamo negru *(Drepanis pacifica)*, o specie de păsări de pădure care fusese descoperită cu numai zece ani înainte, şi-a notat că vestea l-a umplut de „bucurie".

Pe scurt, a fost o epocă greu de înţeles – o vreme în care aproape orice animal era persecutat dacă atrăgea atenţia în vreun fel, oricât de puţin. În 1890, statul New York a plătit recompense pentru uciderea a o sută de pume răsăritene, deşi era absolut evident că bietele creaturi atât de hărţuite erau pe cale de dispariţie. Până în anii 1940, numeroase state au continuat să plătească recompense pentru uciderea oricărui animal de pradă. Statul Virginia de Vest a oferit chiar o bursă de colegiu anuală oricui aducea cel mai mare număr de dăunători ucişi – în acest caz, „dăunători" era interpretat, în cel mai liberal sens, ca însemnând aproape tot ceea ce nu creştea la ferme sau nu era ţinut ca animal de casă.

Poate că nimic nu descrie mai elocvent ciudăţenia acelor vremuri decât soarta minunatului lăcar al lui Bachman. Originar din sudul Statelor Unite, lăcarul era faimos pentru cântecul lui deosebit de plăcut, dar populaţia, niciodată prea numeroasă, a scăzut treptat până când lăcarul a dispărut complet prin anii 1930 şi nu a mai fost văzut mai mulţi ani la rând. Apoi, în 1939, printr-o fericită coincidenţă, doi pasionaţi de păsări, aflaţi la mare depărtare unul de celălalt, au dat peste supravieţuitori singuratici, aflaţi la o distanţă de două zile unul de celălalt. Amândoi au împuşcat păsările.

Iar impulsul de a extermina nu este în niciun fel proprietatea exclusivă a americanilor. În Australia s-au plătit recompense pentru tigrul tasmanian, o vietate asemănătoare unui câine cu dungi „tigrate" foarte

pronunţate pe spate, până cu puţin timp înainte ca ultimul exemplar să moară, anonim şi singuratic, într-o grădină zoologică privată din Hobart în 1936. Dacă mergeţi la Muzeul Tasmanian şi la Galeriile de Artă şi cereţi să vedeţi ultimul exemplar din această specie – unicul mare carnivor marsupial care a trăit până în vremurile moderne –, singurul lucru pe care vi-l pot arăta sunt fotografii şi şaizeci şi una de secunde de peliculă veche. La moartea sa, ultimul tigru tasmanian a fost aruncat odată cu gunoiul săptămânal.

Vă spun toate acestea pentru a sublinia că, dacă aţi dori să proiectaţi un organism care să aibă grijă de formele de viaţă din cosmosul nostru singuratic, să monitorizeze unde se plasează acesta şi să menţină o statistică a locurilor pe unde a trecut, nu aţi alege pentru această sarcină fiinţele umane.

Dar iată un lucru extrem de izbitor: noi suntem cei aleşi de mâna sorţii, a providenţei sau oricum altfel aţi dori să-i spuneţi. Din câte ştim noi, suntem cea mai bună opţiune. Şi s-ar putea să fim şi unica. Este demoralizant să ne gândim că noi am putea reprezenta concomitent suprema realizare a universului viu şi cel mai înfiorător coşmar al său.

Tocmai din cauza remarcabilei noastre nepăsări atunci când trebuie să avem grijă de alte fiinţe, atât cât sunt în viaţă, cât şi după aceea, nu avem nicio idee, absolut niciuna, despre numărul celor care au murit pentru totdeauna, câte ar putea muri în viitorul apropiat, câte s-ar putea să nu moară niciodată şi ce rol am jucat noi în vreuna dintre etapele procesului. În cartea sa din 1979 *The Sinking Ark (Arca pe cale să se scufunde),* Norman Myers afirma că activităţile umane provoacă pe planetă, în medie, două dispariţii pe săptămână. Până la începutul anilor 1990, el mărise cifra până la şase sute pe săptămână (aceasta însemnând dispariţii de tot felul – plante, insecte, animale şi toate celelalte). Alţii au plasat cifra chiar mai sus

– la mai bine de o mie pe săptămână. Pe de altă parte, un raport din 1995 al Organizaţiei Naţiunilor Unite a plasat numărul total de dispariţii din ultimii patru sute de ani la puţin sub 500 pentru animale şi puţin peste 650 pentru plante – deşi admitea că aproape sigur cifrele reprezentau nişte subestimări, în special în ceea ce priveşte speciile tropicale. Sunt unii care consideră că majoritatea cifrelor reprezentând exterminările sunt mult exagerate.

Adevărul este că nu ştim. Habar nu avem. Nu ştim când am început să facem multe dintre lucrurile pe care le-am făcut, nu ştim ce facem în prezent sau cum vor afecta acţiunile noastre din prezent viitorul. Tot ce ştim este că avem o singură planetă pe care să ne desfăşurăm activităţile şi că există o singură specie de fiinţe capabilă să schimbe lucrurile conştient. Edward O. Wilson a exprimat toate acestea, cu o concizie remarcabilă, în *The Diversity of Life (Diversitatea vieţii):* „O planetă, un experiment”.

Dacă această carte conţine o lecţie, atunci aceasta este că suntem incredibil de norocoşi să ne aflăm aici – şi prin „noi” înţeleg fiecare fiinţă vie. Se pare că este o realizare remarcabilă să ajungi la stadiul de formă de viaţă, oricare ar fi ea, în acest univers. Fireşte că noi, oamenii, suntem de două ori norocoşi. Nu ne bucurăm doar de privilegiul existenţei, ci şi de capacitatea unică de a o aprecia şi chiar, într-o varietate de forme, de a o îmbunătăţi. Şi acesta este un truc pe care abia începem să-l deprindem.

Am ajuns la această poziţie de superioritate într-un timp uluitor de scurt. Oamenii cu un comportament modern există de nu mai mult de 0,01% din istoria Pământului – o nimica toată –, dar chiar şi o existenţă atât de scurtă a depins de un noroc aproape continuu şi infinit.

Suntem cu adevărat abia la început. Şi evident că trucul constă în a ne asigura că nu vom ajunge niciodată la final. Dar este aproape sigur că, pentru aceasta, va fi nevoie de ceva mai mult decât de simplul noroc.

Note*

Capitolul 1

Cum se construieşte un univers

p. 27 Protonii sunt atât de minusculi, încât: Bodanis, E = mc2, p. 111.
p. 27 Acum, în acel spaţiu mic-mititel, îngrămădiţi: Guth, The Inflationary Universe, p. 254.
p. 28 Părerile par să se îndrepte spre un consens în jurul cifrei de 13,7 miliarde de ani: The New York Times, „Cosmos Sits for Early Portrait, Gives Up Secrets”, 12 februarie 2003, p. 1; US News and World Report, „How Old Is the Universe?”, 18-25 august 1997, pp. 34-36.
p. 28 s-a ivit momentul pe care ştiinţa îl cunoaşte drept t = 0: Guth, The Inflationary Universe, p. 86.
p. 29 Au urcat iar în antenă cu mături şi perii de frecat şi au curăţat atent: Lawrence M. Krauss, „Rediscovering Creation”, în Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p. 50.
p. 29 un instrument care ar fi putut descoperi acest lucru: antena Bell: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 153.
p. 29 Ei descoperiseră marginea universului: Scientific American, „Echoes from the Big Bang”, ianuarie 2001, pp. 38-43.
p. 30 Descoperirile lui Penzias şi Wilson au împins cunoaşterea noastră despre universul vizibil: Guth, The Inflationary Universe, p. 101.
p. 30 circa unu la sută dintre paraziţii săltăreţi pe care îi recepţionaţi: Gribbin, In the Beginning, p. 18.

p. 31 „Seamănă foarte mult cu întrebările de natură religioasă”: The New York Times, „Before the Big Bang, There Was... What?”, 22 mai 2001, p. F1.
p. 31 sau a zecea milioana de mii de miliarde de mii de miliarde de mii de miliarde parte dintr-o secundă: Alan Lightman, „First Birth”, în Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p. 13.
p. 32 Avea treizeci şi doi de ani şi, după propria mărturisire, nu făcuse: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 216.
p. 32 Prelegerea l-a inspirat pe Guth să îşi îndrepte atenţia: Guth, The Inflationary Universe, p. 89.
p. 32 dublându-şi dimensiunile la fiecare 10–34 secunde: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 242.
p. 32 a transformat universul din ceva ce ai putea cuprinde în palmă în ceva de cel puţin 10.000.000.000.000.000.000.000.000 de ori mai mare: New Scientist, „The First Split Second”, 31 martie 2001, pp. 27-30.
p. 33 şi cu o dispunere perfectă pentru crearea stelelor, galaxiilor şi a altor sisteme complexe: Scientific American, „The First Stars in the Universe”, decembrie 2001, pp. 64-71; The New York Times, „Listen Closely: From Tiny Hum Came Big Bang”, 30 aprilie 2001, p. 1.
p. 33 „Tryon a subliniat faptul că nimeni nu a stat să numere încercările eşuate”, citat de Guth, The Inflationary Universe, p. 14.
p. 33 El face o analogie cu un enorm magazin de îmbrăcăminte: Discover, „Why Is There Life?”, noiembrie 2000, p. 66.
p. 34 la cea mai neînsemnată ciupeală din aceste numere, universul: Rees, Just Six Numbers, p. 147.
p. 34 Pe termen lung însă, forţa gravitaţională s-ar putea dovedi un pic prea puternică: Financial Times,

„Riddle of the Flat Universe”, 1-2 iulie 2000; Economist, „The World Is Flat After All”, 20 mai 2000, p. 97.
p. 35 galaxiile se îndepărtează unele de altele în mare viteză: Weinberg, Dreams of a Final Theory, p. 26.
p. 35 Oamenii de ştiinţă presupun pur şi simplu că nu ne putem afla cu adevărat în centrul: Hawking, A Brief History of Time, p. 47.
p. 36 Universul vizibil – universul pe care îl cunoaştem şi despre care putem vorbi: Hawking, A Brief History of Time, p. 13.
p. 36 numărul de ani-lumină până la marginea acestui univers extins, nevăzut: Rees, Just Six Numbers, p. 147.

Capitolul 2

Bine aţi venit în sistemul solar

p. 37 Pornind de la cele mai slabe pulsaţii şi devieri ale stelelor îndepărtate: New Yorker, „Among Planets”, 9 decembrie 1996, p. 84.
p. 37 „mai mică decât energia unui singur fulg de nea care atinge pământul”: Sagan, Cosmos, p. 261.
p. 37 În vara acelui an, un tânăr astronom, pe nume James Christy: comunicat de presă al US Naval Observatory, a douăzecea aniversare a descoperirii lunii lui Pluto, 22 iunie 1998.
p. 37 Pluto era mult mai mică decât se crezuse până atunci: Atlantic Monthly, „When Is a Planet Not a Planet?”, februarie 1998, pp. 22-34.
p. 38 După cum spune astronomul Clark Chapman: citat în emisiunea Nova de la PBS, „Doomsday Asteroid”, transmisă iniţial la 29 aprilie 1997.
p. 38 încât abia după alţi şapte ani cineva a reuşit să observe din nou luna: comunicat de presă emis de US

Naval Observatory, a douăzecea aniversare a descoperirii lunii lui Pluto, 22 iunie 1998.

p. 39 după un an de cercetări perseverente, a reuşit cumva să-l zărească pe Pluto: lucrarea lui Tombaugh, „The Struggles to Find the Ninth Planet", de pe website-ul NASA.

p. 39 Unii astronomi continuă încă să creadă că ar putea exista undeva, acolo, o Planetă X: Economist, „X Marks the Spot", 16 octombrie 1999, p. 83.

p. 40 Centura Kuiper a fost demonstrată teoretic de un astronom pe nume F.C. Leonard, în anul 1930: Nature, „Almost Planet X", 24 mai 2001, p. 423.

p. 40 abia la 11 februarie 1999 Pluto s-a întors pe traiectoria exterioară: Economist, „Pluto Out in the Cold", 6 februarie 1999, p. 85.

p. 40 încă din decembrie 2002 descoperiseră alte peste şase sute de Obiecte Transneptuniene: Nature, „Seeing Double in the Kuiper Belt", 12 decembrie 2002, p. 618.

p. 41 cam cât o bucată de cărbune: Nature, „Almost Planet X", 24 mai 2001, p. 423.

p. 41 în prezent se îndepărtează de noi cu aproximativ 56.000 de kilometri pe oră: PBS, transcriere NewsHour, 20 august 2002.

p. 41 toate elementele vizibile din el [...] ocupă mai puţin de a mia milioana parte din spaţiul disponibil: Natural History, „Between the Planets", octombrie 2001, p. 20.

p. 42 Acum, totalul a ajuns la cel puţin nouăzeci: New Scientist, „Many Moons", 17 martie 2001, p. 39; Economist, „A Roadmap for Planet-Hunting", 8 aprilie 2000, p. 87.

p. 43 nu putem ajunge la norul Oort [...] în mai puţin de zece mii de ani: Sagan şi Druyan, Comet, p. 198.

p. 43 şi foarte probabil ar duce la moartea întregului echipaj: New Yorker, „Medicine on Mars", 14

februarie 2000, p. 39.
p. 44 astfel încât cometele plutesc maiestuos, mişcându-se cu numai circa 355 de kilometri pe oră: Sagan şi Druyan, Comet, p. 195.
p. 44 Vidul perfect creat vreodată de oameni nu este nici pe departe la fel de gol precum nimicul din spaţiul interstelar: Ball, H2O, p. 15.
p. 44 Cel mai apropiat vecin al nostru din cosmos, Proxima Centauri: Guth, The Inflationary Universe, p. 1; Hawking, A Brief History of Time, p. 39.
p. 45 distanţa medie dintre stele: Dyson, Disturbing the Universe, p. 251.
p. 46 „Dacă aţi fi aruncat la întâmplare în univers": Sagan, Cosmos, p. 5.

Capitolul 3

Universul reverendului Evans

p. 47 degajând într-o clipă energia a o sută de miliarde de sori: Ferris, The Whole Shebang, p. 37.
p. 47 „Este ca şi cum ar exploda deodată o mie de miliarde de bombe cu hidrogen": Robert Evans, intervievat în Hazelbrook, Australia, 2 septembrie 2001.
p. 48 îi dedică un pasaj în capitolul despre savanţii autişti: Sacks, An Anthropologist on Mars, p. 189.
p. 49 „un bufon enervant": Thorne, Black Holes and Time Warps, p. 164.
p. 49 a refuzat să fie lăsat singur cu el: Ferris, The Whole Shebang, p. 125.
p. 49 Cel puţin o dată, Zwicky a ameninţat că îl omoară pe Baade: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 18.
p. 49 Atomii s-ar strivi literalmente unii de alţii: Nature, „Twinkle, Twinkle, Neutron Star", 7 noiembrie

2002, p. 31.

p. 50 suficientă pentru a produce cea mai mare explozie din univers: Thorne, Black Holes and Time Warps, p. 171.

p. 50 nu a putut fi încă verificată: Thorne, Black Holes and Time Warps, p. 174.

p. 50 „unul dintre cele mai vizionare documente din istoria fizicii şi a astronomiei”: Thorne, Black Holes and Time Warps, p. 174.

p. 50 „el nu înţelegea suficient de bine legile fizicii”: Thorne, Black Holes and Time Warps, p. 175.

p. 51 nu aveau să atragă atenţia în mod serios vreme de încă patru decenii: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 18.

p. 51 nu sunt vizibile cu ochiul liber decât aproximativ şase mii de stele: Harrison, Darkness at Night, p. 3.

p. 53 În 1987, Saul Perlmutter [...] a încercat să găsească o metodă mai sistematică de a le căuta: BBC, documentarul Horizon, „From Here to Infinity”, transcrierea primei transmisii a programului din 28 februarie 1999.

p. 54 „Vestea unui astfel de eveniment călătoreşte cu viteza luminii, dar la fel şi efectul lui distrugător: interviu cu John Thorstensen, Hanover, NH, 5 decembrie 2001.

p. 55 De-a lungul istoriei, nu s-au înregistrat decât vreo şase supernove suficient de apropiate pentru a fi vizibile cu ochiul liber: nota lui Evans, 3 decembrie 2002.

p. 55 „cosmolog şi combativ”: Nature, „Fred Hoyle (1915-2001)”, 17 septembrie 2001, p. 270.

p. 55 oamenii au căpătat nasuri proeminente, cu deschizăturile nărilor orientate în jos, ca să împiedice agenţii patogeni cosmici să cadă în ele: Gribbin şi Cherfas, The First Chimpanzee, p. 190.

p. 56 creează continuu materie, pe măsură ce avansează: Rees, Just Six Numbers, p. 75.
p. 56 o sută de milioane de grade sau mai mult: Bodanis, E = mc2, p. 187.
p. 56 99,9% din masa sistemului solar: Asimov, Atom, p. 294.
p. 56 În numai două sute de milioane de ani, poate chiar mai puţin: Stevens, The Change in the Weather, p. 6.
p. 57 Majoritatea materialului selenar ar proveni din scoarţa Pământului, nu din nucleul său: New Scientist, supliment, „Firebirth”, 7 august 1999, f.p.
p. 57 de fapt, ea a fost propusă pentru prima dată în anii 1940 de Reginald Daly de la Harvard: Powell, Night Comes to the Cretaceous, p. 38.
p. 57 Pământul ar fi putut foarte bine să îngheţe complet şi permanent: Drury, Stepping Stones, p. 144.

Capitolul 4

Măsura lucrurilor

p. 62 Pe parcursul unei cariere lungi şi prolifice: Sagan, Comet, p. 52.
p. 63 „o curbă specifică şi foarte exactă”: Feynman, Six Easy Pieces, p. 90.
p. 63 Hooke [...] a pretins că el rezolvase deja problema: Gjertsen, The Classics of Science, p. 219.
p. 64 a învârtit-o „între ochi şi os”: citat de Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 106.
p. 64 dar nu a spus nimănui nimic despre ea vreme de douăzeci şi şapte de ani: Durant, The Age of Louis XIV, p. 538.
p. 65 Până şi marele matematician german Gottfried von Leibniz: Durant, The Age of Louis XIV, p. 546.

p. 66 „una dintre cele mai inaccesibile cărţi scrise vreodată”: Cropper, Great Physicists, p. 31.

p. 66 „proporţională cu masa fiecăruia şi variază invers proporţional cu pătratul distanţei dintre ele”: Feynman, Six Easy Pieces, p. 69.

p. 67 Ca de obicei, Newton nu a contribuit cu nimic: Calder, The Comet Is Coming!, p. 39.

p. 67 În schimb, avea să fie plătit cu exemplare din Istoria speciilor de peşti: Jardine, Ingenious Pursuits, p. 36.

p. 68 „până la o azvârlitură de băţ”: Wilford, The Mapmakers, p. 98.

p. 70 Pământul era cu 43 de kilometri mai pântecos atunci când era măsurat la ecuator decât atunci când era măsurat de sus până jos, în jurul polilor: Asimov, Exploring the Earth and the Cosmos, p. 86.

p. 72 Încă şi mai ghinionist a fost Guillaume le Gentil: Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 134.

p. 73 Mason şi Dixon au trimis o notă Academiei Regale: Jardine, Ingenious Pursuits, p. 141.

p. 74 „Se spune că s-a născut într-o mină de cărbune”: Dictionary of National Biography, vol. 12, p. 1302.

p. 74 Ştim că în 1772: American Heritage, „Mason and Dixon: Their Line and its Legend”, februarie 1964, pp. 23-29.

p. 75 Din raţiuni de calcul, Hutton a presupus că: Jungnickel şi McCormmach, Cavendish, p. 449.

p. 76 Michell a fost cel căruia i s-a adresat pentru a primi instrucţiuni despre construirea unui telescop: Calder, The Comet Is Coming!, p. 71.

p. 76 „în asemenea măsură, încât aproape friza patologicul”: Jungnickel şi McCormmach, Cavendish, p. 306.

p. 76 să „vorbească în gol, cum s-ar spune”: Jungnickel şi McCormmach, Cavendish, p. 305.

p. 78 a făcut de asemenea primii paşi spre „lucrările lui Kelvin şi G.H. Darwin referitoare la efectul mareelor: Crowther, Scientists of the Industrial Revolution, pp. 214-215.
p. 78 În mijlocul maşinăriei se aflau două bile de plumb de câte 159 kg fiecare: Dictionary of National Biography, vol. 3, p. 1261.
p. 79 şase miliarde de mii de miliarde de tone (6×1024 kilograme): Economist, „G Whiz”, 6 mai 2000, p. 82.

Capitolul 5

Sfarmă-Piatră

p. 80 După toate aparenţele, Hutton era un om cu percepţii dintre cele mai profunde şi cu darul celei mai animate conversaţii: Dictionary of National Biography, vol. 10, pp. 354-356.
p. 80 „era practic imposibil de acuzat că ar fi avut vreo veleitate retorică”: Dean, James Hutton and the History of Geology, p. 18.
p. 81 A devenit membru marcant al unei societăţi numite Oyster Club: McPhee, Basin and Range, p. 99.
p. 83 citate din lucrări franţuzeşti, lăsate în original: Gould, Time’s Arrow, p. 66.
p. 83 Un al treilea volum era atât de neatrăgător, încât a fost publicat abia în 1899: Oldroyd, Thinking About the Earth, pp. 96-97.
p. 83 Chiar şi Charles Lyell... nu a reuşit să o parcurgă până la capăt: Schneer (ed.), Toward a History of Geology, p. 128.
p. 83 În iarna anului 1807: Lucrările Societăţii Geologice, A Brief History of the Geological Society of London.

p. 84 Membrii se întâlneau de două ori pe lună, din noiembrie până în iunie: Rudwick, The Great Devonian Controversy, p. 25.
p. 84 După cum a trebuit să recunoască până şi un susţinător al lui Murchison: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 28.
p. 85 În 1794 s-a trezit implicat într-o conspiraţie cu o tentă uşor nebunească: Cadbury, Terrible Lizard, p. 39.
p. 85 cunoscută de atunci încoace drept boala lui Parkinson: Dictionary of National Biography, vol. 15, pp. 314-315.
p. 85 deoarece mama sa era convinsă că scoţienii erau nişte beţivani neisprăviţi: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 26.
p. 86 Odată, doamna Buckland a fost trezită: Annan, The Dons, p. 27.
p. 86 O altă particularitate oarecum neobişnuită a sa: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 30.
p. 87 De multe ori, atunci când era pierdut în gânduri: Desmond şi Moore, Darwin, p. 202.
p. 87 întrucât majoritatea oamenilor l-au citit pe Lyell: Schneer (ed.), Toward a History of Geology, p. 139.
p. 87 „şi cereau un pachet nou de cărţi": Clark, The Huxleys, p. 48.
p. 87 „Nu a existat niciodată o dogmă mai bine ticluită pentru a da naştere indolenţei": citat în Gould, Dinosaur in a Haystack, p. 167.
p. 88 Nu a reuşit să explice convingător cum s-au format lanţurile muntoase: Hallam, Great Geological Controversies, p. 135.
p. 88 „congelarea globului": Gould, Ever since Darwin, p. 151.
p. 88 A respins noţiunea potrivit căreia animalele şi plantele au suferit anihilări subite: Stanley, Extinction, p. 5.

p. 88 „continui să priveşti acel lucru parţial prin ochii lui”: citat în Schneer (ed.), Toward a History of Geology, p. 288.
p. 88 „De la Beche este o javră mizerabilă”: citat în Rudwick, The Great Devonian Controversy, p. 194.
p. 89 cu pomposul nume J.J. d’Omalius d’Halloy: McPhee, In Suspect Terrain, p. 190.
p. 89 La început, Lyell intenţiona să folosească „-sincronic” ca sufix pentru denumirile sale: Gjertsen, The Classics of Science, p. 305.
p. 90 acestea la un loc numără „zeci de duzini”: McPhee, In Suspect Terrain, p. 50.
p. 90 Rocile sunt împărţite în unităţi distincte: Powell, Night Comes to the Cretaceous, p. 200.
p. 91 „Am văzut oameni în toată firea înroşindu-se de furie”: Fortey, Trilobite!, p. 238.
p. 91 Atunci când Buckland a început să speculeze: Cadbury, Terrible Lizard, p. 149.
p. 91 Cea mai cunoscută tentativă timpurie: Gould, Eight Little Piggies, p. 185.
p. 92 „majoritatea oamenilor cu judecată au acceptat ideea că Pământul era tânăr”: citat în Gould, Time’s Arrow, p. 114.
p. 92 „niciun geolog de nicio naţionalitate a cărui muncă era luată în serios”: Rudwick, The Great Devonian Controversy, p. 42.
p. 92 Până şi reverendul Buckland: Cadbury, Terrible Lizard, p. 192.
p. 92 undeva între 75.000 şi 168.000 de ani vechime: Hallam, Great Geological Controversies, p. 105, şi Ferris, Coming of Age in the Milky Way, pp. 246-247.
p. 92 Charles Darwin a anunţat [...] că procesele geologice în urma cărora s-a creat Wealdul: Gjertsen, The Classics of Science, p. 335.
p. 93 Omul de ştiinţă german Hermann von Helmholtz: Cropper, Great Physicists, p. 78.

p. 93 scrisese vreo duzină de lucrări (în franceză şi engleză) în domeniul matematicilor pure şi aplicate, de o originalitate atât de ameţitoare, încât a trebuit să le publice anonim: Cropper, Great Physicists, p. 79.
p. 94 La vârsta de douăzeci şi doi de ani, s-a întors la Glasgow: Dictionary of National Biography, Supplement 1901-1911, p. 508.

Capitolul 6

Ştiinţa după dinţi şi gheare

p. 96 care l-a prezentat în acea toamnă la o întâlnire a Societăţii Filosofice Americane: Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 4.
p. 96 La baza acestei agitaţii s-a aflat o afirmaţie ciudată a marelui naturalist francez contele de Buffon: Kastner, A Species of Eternity, p. 123.
p. 97 Un olandez pe nume Corneille de Pauw: Kastner, A Species of Eternity, p. 124.
p. 98 Cuvier a scris în 1796 o lucrare de referinţă, Note on the Species of Living and Fossil Elephants (Notă despre speciile de elefanţi vii şi fosili): Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 15.
p. 99 Jefferson, cel puţin, nu putea suporta gândul că specii întregi ar putea fi lăsate să dispară definitiv: Simpson, Fossils and the History of Life, p. 7.
p. 99 În seara de 5 ianuarie 1796 stătea la un han de poştă din Somerset: Harrington, Dance of the Continents, p. 175.
p. 100 „Nu cred că întrebările legate de scopurile şi motivele acestora cad în sarcina unui inspector mineralog”: Lewis, The Dating Game, pp. 17-18.
p. 100 Cuvier a decis să rezolve enigma într-un mod care îi convenea de minune: Barber, The Heyday of Natural History, p. 217.

p. 100 În 1806, expediţia condusă de Lewis şi Clark a trecut prin formaţiunea Hell Creek: Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 5.
p. 101 În popor se crede că la ea face referire un cunoscut joc de dicţie: Cadbury, Terrible Lizard, p. 3.
p. 101 Numai pentru plesiozaur a avut nevoie de zece ani de excavări minuţioase: Barber, The Heyday of Natural History, p. 127.
p. 102 Mantell şi-a dat seama imediat că era un dinte fosilizat: New Zealand Geographic, „Holy Incisors! What a Treasure!", aprilie-iunie 2000, p. 17.
p. 102 numele îi fusese sugerat lui Buckland de prietenul său, doctorul James Parkinson: Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 31.
p. 103 În cele din urmă, a fost obligat să vândă cea mai mare parte din colecţie ca să-şi plătească datoriile: Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 34.
p. 103 primul parc tematic al lumii: Fortey, Life, p. 214.
p. 104 uneori împrumuta ilegal membre, organe şi alte părţi: Cadbury, Terrible Lizard, p. 133.
p. 105 Odată, soţia sa a găsit la întoarcerea acasă un rinocer proaspăt decedat care ocupa holul de la intrare: Cadbury, Terrible Lizard, p. 200.
p. 105 unii nici nu creşteau mai mari decât iepurii: Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 5.
p. 105 este mai mult decât evident că nu erau şopârle: Bakker, The Dinosaur Heresies, p. 22.
p. 105 dinozaurii alcătuiesc nu unul, ci două ordine de reptile: Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 33.
p. 105 A fost singura persoană despre care se ştie că a trezit ura lui Charles Darwin: Nature, „Owen's Parthian Shot", 12 iulie 2001, p. 123.
p. 106 vorbea despre „lamentabila răceală a inimii" tatălui său: Cadbury, Terrible Lizard, p. 321.

p. 106 T.H. Huxley frunzărea o ediţie nouă la Churchill's Medical Directory (Anuarul medical Churchill): Clark, The Huxleys, p. 45.
p. 107 Coloana sa vertebrală deformată a fost detaşată şi trimisă Colegiului Regal al Chirurgilor: Cadbury, Terrible Lizard, p. 291.
p. 107 „nu era atât de originală pe cât păruse": Cadbury, Terrible Lizard, pp. 261-262.
p. 108 a devenit forţa motrice din spatele creării Muzeului de Istorie Naturală din Londra: Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 30.
p. 108 Înainte de Owen, muzeele erau făcute în principal [...] elitelor: Thackray şi Press, The Natural History Museum, p. 24.
p. 108 Ba chiar a venit cu propunerea radicală să se ataşeze etichete explicative pentru fiecare exponat: Thackray şi Press, The Natural History Museum, p. 98.
p. 109 „zăceau întinse peste tot, precum buştenii": Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 97.
p. 109 a reuşit să le câştige simpatia jucându-se cu dintele fals pe care îl tot scotea şi-l punea la loc: Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 100.
p. 110 a fost un afront pe care nu avea să-l uite niciodată: Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 73.
p. 110 au reuşit să mărească numărul de specii de dinozauri cunoscute în America de la nouă până la aproape o sută cincizeci: Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 93.
p. 110 Mai toţi dinozaurii pe care îi poate recunoaşte o persoană obişnuită: Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 90.
p. 110 Împreună, au reuşit să „descopere" o specie numită Uintatheres anceps de nu mai puţin de

douăzeci şi două de ori: Psihoyos şi Knoebber, Hunting Dinosaurs, p. 16.
p. 111 spulberată, parcă într-un act caritabil, de o bombă germană în timpul atacurilor asupra Londrei: Cadbury, Terrible Lizard, p. 325.
p. 111 o bună parte din ea a fost dusă în Noua Zeelandă de fiul său, Walter: Newsletter of the Geological Society of New Zealand, „Gideon Mantell – The New Zealand Connection", aprilie 1992; New Zealand Geographic, „Holy Incisors! What a Treasure!", aprilie-iunie 2000, p. 17.
p. 112 de unde şi numele: Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 151.
p. 112 A calculat că Pământul are 89 de milioane de ani vechime: Lewis, The Dating Game, p. 37.
p. 112 Confuzia era atât de mare: Hallam, Great Geological Controversies, p. 173.

Capitolul 7

Despre elemente

p. 114 putea deveni invizibil: Ball, H2O, p. 125.
p. 114 Un gram de fosfor se vindea cu amănuntul pentru patru şilingi şi jumătate: Durant, Age of Louis XIV, p. 516.
p. 115 şi nu a primit recunoaştere pentru niciunul dintre ele: Strathern, Mendeleyev's Dream, p. 193.
p. 116 motiv pentru care noi am ajuns să avem două ramuri ale chimiei: Davies, The Fifth Miracle, p. 14.
p. 116 până la 12 milioane de lire sterline în banii de azi: White, Rivals, p. 63.
p. 116 s-a căsătorit cu fiica unuia dintre şefii săi, în vârstă de paisprezece ani: Brock, The Norton History of Chemistry, p. 92.

p. 116 jour de bonheur: Gould, Bully for Brontosaurus, p. 366.

p. 117 Şi tocmai în exercitarea acestei calităţi, în 1780 Lavoisier a emis câteva remarci dispreţuitoare: Brock, The Norton History of Chemistry, pp. 95-96.

p. 117 nu a reuşit să dea la iveală nici măcar unul: Strathern, Mendeleyev's Dream, p. 239.

p. 118 dată jos şi topită pentru refolosirea metalului: Brock, The Norton History of Chemistry, p. 124.

p. 118 „o intensă emoţie a plăcerii": Cropper, Great Physicists, p. 139.

p. 119 Teatrele au lansat „serile de gaz ilariant": Hamblyn, The Invention of Clouds, p. 76.

p. 119 Observaţia lui Brown: Silver, The Ascent of Science, p. 201.

p. 120 „pentru lipsă de entuziasm faţă de cauza libertăţii": Dictionary of National Biography, vol. 19, p. 686.

p. 121 un diametru de 0,00000008 cm: Asimov, The History of Physics, p. 501.

p. 123 Mai târziu, fără vreun motiv special: Ball, H2O, p. 139.

p. 123 Familia Mendeleev a avut partea sa de ghinioane: Brock, The Norton History of Chemistry, p. 312.

p. 123 Acolo a fost un chimist competent, dar fără să strălucească: Brock, The Norton History of Chemistry, p. 111.

p. 124 deoarece acestei idei încă nu-i venise vremea: Carey (ed.), The Faber Book of Science, p. 155.

p. 125 chimia este doar o chestiune de numărătoare: Ball, H2O, p. 139.

p. 125 „cel mai elegant tabel de ordonare inventat vreodată": Krebs, The History and Use of our Earth's Chemical Elements, p. 23.

p. 125 „în jur de o sută douăzeci” de elemente cunoscute: citat din revista Nature, „Mind over Matter?”, de Gautum R. Desiraju, 26 septembrie 2002.
p. 127 „pură speculaţie”: Heiserman, Exploring Chemical Elements and their Compounds, p. 33.
p. 127 Marie Curie a botezat acest efect „radioactivitate”: Bodanis, E = mc2, p. 75.
p. 129 El nu a acceptat niciodată noile cifre revizuite: Lewis, The Dating Game, p. 55.
p. 129 „Cum nu se poate mai potrivit, este un element instabil”: Strathern, Mendeleyev's Dream, p. 294.
p. 130 a lăudat plin de mândrie efectele terapeutice ale „izvoarelor minerale radioactive”: reclamă în revista Time, 3 ianuarie 1927, p. 24.
p. 130 Abia în 1938 a fost interzisă introducerea acestor elemente în produsele de consum: Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 133.
p. 130 Cărţile ei de laborator sunt ţinute în cutii protejate cu plumb: Science, „We Are Made of Starstuff”, 4 mai 2001, p. 863.

Capitolul 8

Universul lui Einstein

p. 134 cursurile sale au atras, în medie, poate ceva mai mult de un student pe semestru: Cropper, Great Physicists, p. 106.
p. 134 un pachet de cărţi de joc: Ebbing, General Chemistry, p. 755.
p. 134 care arunca o lumină orbitoare asupra principiilor termodinamice ale... păi, aproape orice: Cropper, Great Physicists, p. 109.
p. 134 Pe scurt, Gibbs a reuşit să demonstreze că termodinamica nu se aplică pur şi simplu căldurii şi energiei: Snow, The Physicists, p. 7.

p. 134 Echilibrul lui Gibbs a fost supranumit „Principiile termodinamicii”: Kevles, The Physicists, p. 33.
p. 136 a emigrat în Statele Unite împreună cu familia pe când era copil şi a crescut într-o tabără minieră din ţinutul goanei după aur din California: Kevles, The Physicists, pp. 27-28.
p. 137 „Viteza luminii s-a dovedit a fi aceeaşi în toate direcţiile şi în toate anotimpurile”: Thorne, Black Holes and Time Warps, p. 64.
p. 137 „probabil cel mai faimos rezultat negativ din istoria fizicii”: Cropper, Great Physicists, p. 208.
p. 137 Michelson se număra printre cei care considerau că munca ştiinţei se apropia de sfârşit: Nature, „Physics from the Inside”, 12 iulie 2001, p. 121.
p. 138 după spusele lui C.P. Snow, trei dintre ele „se numărau printre cele mai valoroase din istoria fizicii”: Snow, The Physicists, p. 101.
p. 139 Prima sa lucrare, despre fizica fluidelor în paiele de băut: Bodanis, E = mc2, p. 6.
p. 139 pentru a constata mai târziu că fecundul, dar silenţiosul J. Willard Gibbs din Connecticut realizase deja şi aceste descoperiri: Boorse et al., The Atomic Scientists, p. 142.
p. 139 este una dintre cele mai extraordinare lucrări ştiinţifice publicate vreodată: Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 193.
p. 139 parcă „Einstein ajunsese la aceste concluzii prin gândire pură, fără niciun ajutor”: Snow, The Physicists, p. 101.
p. 140 un adult de dimensiuni medii va conţine în limitele sale modeste nu mai puţin de 7 × 1018 jouli de energie potenţială: Thorne, Black Holes and Time Warps, p. 172.

p. 140 Chiar şi o bombă cu uraniu [...] eliberează mai puţin de unu la sută din energia pe care ar putea-o elibera: Bodanis, E = mc2, p. 77.

p. 141 „Ah, dar nu este necesar... Se întâmplă atât de rar să am câte una”: Nature, „In the Eye of the Beholder”, 21 martie 2002, p. 264.

p. 141 „În calitate de produs al unei minţi unice... este fără îndoială cea mai înaltă culme a reuşitelor intelectuale ale umanităţii”: Boorse et al., The Atomic Scientists, p. 53.

p. 141 După spusele lui Einstein, stătea pur şi simplu pe un scaun când i-a trecut prin cap problema forţei gravitaţionale: Bodanis, E = mc2, p. 204.

p. 141 ducând la publicarea unei lucrări numite Consideraţii cosmologice despre teoria generală a relativităţii, la începutul anului 1917: Guth, The Inflationary Universe, p. 36.

p. 141 „Dacă lui nu i-ar fi venit ideea...”, scria Snow în 1979: Snow, The Physicists, p. 21.

p. 142 Intelectul lui Crouch suferea de limitări insurmontabile, aşa că a înţeles aproape totul greşit: Bodanis, E = mc2, p. 215.

p. 142 „Încerc să îmi dau seama cine este a treia persoană”: citat în Hawking, A Brief History of Time, p. 91: Aczel, God’s Equation, p. 146.

p. 142 şi că aceste efecte devin cu atât mai pronunţate cu cât observatorul se mişcă mai repede: Guth, The Inflationary Universe, p. 37.

p. 143 o minge de baseball aruncată cu 160 km pe oră va adăuga 0,000000000002 grame la propria masă în drumul spre terenul de ţintă: Brockman şi Matson, How Things Are, p. 263.

p. 143 Însă, pentru a reveni la Bodanis, întâlnim cu toţii în mod frecvent alte tipuri de relativitate: Bodanis, E = mc2, p. 83.

p. 144 „salteaua dilatabilă supremă”: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 55.

p. 144 „Dintr-o anumită perspectivă, gravitaţia nu există”: Kaku, „The Theory of the Universe?”, în Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p. 161.

p. 146 În plus, Edwin fusese binecuvântat şi cu o bogăţie de daruri fizice: Cropper, Great Physicists, p. 423.

p. 146 La o singură reuniune atletică de liceu: Christianson, Edwin Hubble, p. 33.

p. 148 Un calculator de la Harvard, Annie Jump Cannon, şi-a folosit familiarizarea extinsă cu stelele pentru a pune la punct un sistem de clasificare a acestora: Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 258.

p. 148 sunt stele mai în vârstă, care au trecut de „stadiul de secvenţă principală”: Ferguson, Measuring the Universe, pp. 166-167.

p. 148 Pot fi folosite drept lumânări standard: Ferguson, Measuring the Universe, p. 166.

p. 148 îşi dezvolta propria teorie fundamentală, potrivit căreia petele întunecate de pe Lună erau provocate de roiuri de insecte cu migraţie sezonieră: Moore, Fireside Astronomy, p. 63.

p. 149 În 1923 el a arătat că un nor delicat, îndepărtat, din constelaţia Andromeda, cunoscut sub numele de M31, nu era deloc un nor gazos: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 45; Natural History, „Delusions of Centrality”, decembrie 2002 – ianuarie 2003, pp. 28-32.

p. 149 După cum observa Stephen Hawking, minunăţia consta în aceea că nimănui nu-i venise până atunci ideea unui univers în expansiune: Hawking, The Universe in a Nutshell, pp. 71-72.

p. 150 În 1936 Hubble a scris o carte de largă circulaţie, intitulată The Realm of the Nebulae

(Domeniul nebuloaselor): Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 13.
p. 150 O jumătate de secol mai târziu, aventurile celui mai mare astronom al secolului rămân o necunoscută: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 28.

Capitolul 9

Atotputernicul atom

p. 151 „Toate lucrurile sunt alcătuite din atomi”: Feynman, Six Easy Pieces, p. 4.
p. 151 patruzeci şi cinci de miliarde de miliarde de molecule: Gribbin, Almost Everyone’s Guide to Science, p. 250.
p. 152 până la un miliard din fiecare dintre noi, după cum s-a sugerat: Davies, The Fifth Miracle, p. 127.
p. 152 Atomii înşişi există practic la infinit: Rees, Just Six Numbers, p. 96.
p. 152 Dacă aţi vrea să vedeţi [...] cum înoată un parameci într-o picătură de apă: Feynman, Six Easy Pieces, pp. 4-5.
p. 153 „Am putea la fel de bine să încercăm să introducem în Sistemul Solar”: Boorstin, The Discoverers, p. 679.
p. 154 În 1826 chimistul francez P.J. Pelletier a venit la Manchester: Gjertsen, The Classics of Science, p. 260.
p. 154 Pelletier, complet confuz după ce l-a văzut pe marele om, a bâiguit: Holmyard, Makers of Chemistry, p. 222.
p. 154 sicriul a fost văzut de 40.000 de oameni, iar cortegiul funerar s-a întins pe trei kilometri: Dictionary of National Biography, vol. 5, p. 433.
p. 154 Vreme de un secol după ce Dalton şi-a înaintat propunerea: von Baeyer, Taming the Atom, p. 17.

p. 155 se spune că el a jucat un rol în sinuciderea [lui] Ludwig Boltzmann, în 1906: Weinberg, The Discovery of Subatomic Particles, p. 3.

p. 155 ca să crească o mână de in şi o puzderie de copii: Weinberg, The Discovery of Subatomic Particles, p. 104.

p. 155 „Dacă ar fi ales un toreador, aş fi înţeles": citat din Cropper, Great Physicists, p. 259.

p. 155 Rutherford ar fi înţeles cu siguranţă acest sentiment: Cropper, Great Physicists, p. 317.

p. 155 renunţa la jumătatea prelegerii şi le cerea studenţilor să le rezolve singuri: Wilson, Rutherford, p. 174.

p. 156 „cât de departe putea vedea": Wilson, Rutherford, p. 208.

p. 156 A fost unul dintre primii care au observat: Wilson, Rutherford, p. 208.

p. 156 „De ce mai este nevoie de radio?": citat din Cropper, Great Physicists, p. 328.

p. 156 „Pe zi ce trece cresc la cingătoare. Şi la minte": Snow, Variety of Men, p. 47.

p. 157 a renunţat atunci când un coleg l-a convins că undele radio nu aveau viitor: Cropper, Great Physicists, p. 94.

p. 157 Unii fizicieni credeau că atomul ar putea avea formă de cub: Asimov, The History of Physics, p. 551.

p. 158 Numărul de protoni este cel care îi conferă atomului identitatea sa chimică: Guth, The Inflationary Universe, p. 90.

p. 158 Dacă adăugăm sau scoatem un neutron sau doi, obţinem un izotop: Atkins, The Periodic Kingdom, p. 106.

p. 158 numai a milioana din miliarda parte din întregul volum al atomului: Gribbin, Almost Everyone's Guide to Science, p. 35.

p. 158 dar o muscă de mii de ori mai grea decât catedrala: Cropper, Great Physicists, p. 245.

p. 158 „ar putea trece unele prin altele nevătămate, precum galaxiile”: Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 288.

p. 159 „întrucât comportamentul atomilor este atât de diferit de experienţa noastră obişnuită”: Feynman, Six Easy Pieces, p. 117.

p. 161 întârzierea acestei descoperiri a fost, probabil, un lucru pozitiv: Boorse et al., The Atomic Scientists, p. 338.

p. 161 „Nici măcar nu ştiu ce este o matrice”: Cropper, Great Physicists, p. 269.

p. 162 Iar problema nu ţine doar de nevoia de a dispune de instrumente mai exacte: Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 288.

p. 162 până când este observat, un electron trebuie considerat ca fiind „peste tot şi nicăieri, în acelaşi timp”: David H. Freedman, „Quantum Liaisons”, în Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p. 137.

p. 162 „dacă o persoană nu se simte revoltată auzind pentru prima dată de teoria cuantică înseamnă că nu a înţeles ce a auzit”: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 109.

p. 162 „Nu încerca!”: Von Baeyer, Taming the Atom, p. 43. Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 288.

p. 162 Norul însuşi este în principal doar o zonă de probabilitate statistică: Ebbing, General Chemistry, p. 295.

p. 163 „o sferă a universului pe care creierul nostru pur şi simplu nu este programat să o înţeleagă”: Trefil, 101 Things You Don’t Know About Science and No One Else Does Either, p. 62.

p. 163 „lucrurile la scară mică nu seamănă deloc cu cele la scară mare”: Feynman, Six Easy Pieces, p. 33.

p. 163 „dar materia putea lua naştere subit, din nimic: Alan Lightman, „First Birth”, în Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p. 13.
p. 163 este ca şi cum ai avea două bile identice de biliard: Lawrence Joseph, „Is Science Common Sense?”, în Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, pp. 42-43.
p. 163 Este remarcabil faptul că acest fenomen a putut fi dovedit în 1997: Christian Science Monitor, „Spooky Action at a Distance”, 4 octombrie 2001.
p. 164 nimeni nu poate „prezice exact evenimente viitoare”: Hawking, A Brief History of Time, p. 61.
p. 164 oamenii de ştiinţă s-au ocupat de această problemă „refuzând să se gândească la ea”: David H. Freedman, „Quantum Liaisons”, în Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p. 141.
p. 165 forţa nucleară slabă este de zece miliarde de miliarde de miliarde de ori mai puternică decât gravitaţia: Ferris, The Whole Shebang, p. 297.
p. 165 Efectul forţei tari răzbate numai până la aproximativ a suta mia parte din diametrul unui atom: Asimov, Atom, p. 258.
p. 165 El şi-a dedicat restul vieţii: Snow, The Physicists, p. 89.

Capitolul 10

O lume cu picioare de plumb

p. 166 Printre numeroasele simptome asociate cu expunerea exagerată la plumb se numără orbirea, insomnia, blocajul renal, pierderea auzului, cancerul: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 88.
p. 167 „Probabil că aceşti oameni şi-au ieşit din minţi pentru că au muncit prea mult”: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 92.

p. 168 În realitate, Midgley cunoştea prea bine pericolele otrăvirii cu plumb: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 92.

p. 168 O astfel de scurgere de la un frigider dintr-un spital din Cleveland, Ohio, în 1929, a omorât mai bine de o sută de oameni: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 96.

p. 168 Un singur kilogram de CFC poate atrage şi anihila şaptezeci de mii de kilograme de ozon atmosferic: Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 62.

p. 169 O singură moleculă de CFC este de circa zece mii de ori mai eficientă în accentuarea efectului de seră decât o moleculă de dioxid de carbon: Science, „The Ascent of Atmospheric Sciences”, 13 octombrie 2000, p. 299.

p. 169 Însăşi moartea lui a fost neobişnuită şi deci memorabilă: Nature, 27 septembrie 2001, p. 364.

p. 169 Cele mai vechi datări nu mergeau mai departe de Prima Dinastie din Egipt: Willard Libby, „Radiocarbon Dating”, discursul de acceptare a Premiului Nobel, 12 decembrie 1960.

p. 169 După un interval de opt ori timpul de înjumătăţire, mai rămâne numai 0,39% din carbonul radioactiv iniţial: Gribbin şi Gribbin, Ice Age, p. 58.

p. 170 „fiecare datare brută cu radiocarbon pe care o cunoaşteţi astăzi este mai mică decât ar trebui cu circa 3%”: Flannery, The Eternal Frontier, p. 174.

p. 170 este ca şi cum ai greşi cu un dolar atunci când numeri până la o mie: Flannery, The Future Eaters, p. 151.

p. 170 Printre cele mai incerte sunt datările din jurul perioadei în care oamenii au ajuns pentru prima dată în America: Flannery, The Eternal Frontier, pp. 174-175.

p. 170 dezbaterea îndelungată pe tema originii sifilisului în Lumea Nouă sau în cea Veche: Science, „Can Genes Solve the Syphilis Mystery?”, 11 mai 2001, p. 109.

p. 172 Din nefericire, avea să dea acum peste un alt impediment serios în calea acceptării rezultatelor sale: Lewis, The Dating Game, p. 204.

p. 173 Acesta a fost motivul care, într-un final, l-a determinat să creeze un laborator steril: Powell, Mysteries of Terra Firma, p. 58.

p. 173 „o cifră care rămâne în picioare, neschimbată, de cincizeci de ani încoace”: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 173.

p. 174 Într-un astfel de studiu, un doctor care nu avea niciun fel de pregătire de specialitate în patologia chimică: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 94.

p. 174 circa 90% din această cantitate părea să provină din ţevile de eşapament ale maşinilor: Nation, „The Secret History of Lead”, 20 martie 2000.

p. 174 Aceasta este noţiunea care a pus bazele studiului calotelor glaciare, pe care se fundamentează o bună parte din cercetările climatologice moderne: Powell, Mysteries of Terra Firma, p. 60.

p. 175 directorii executivi de la Ethyl s-ar fi oferit să finanţeze o catedră la Caltech dacă Patterson era dat afară: Nation, „The Secret History of Lead”, 20 martie 2000.

p. 175 Aproape imediat, nivelul de plumb din sângele americanilor a scăzut cu 80%: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 169.

p. 175 americanii în viaţă astăzi au în sânge o concentraţie de circa 625 de ori mai mare decât oamenii care trăiau acum un secol: Nation, 20 martie 2000.

p. 175 Cantitatea de plumb din atmosferă continuă să crească, perfect legal, cu circa 100.000 t pe an:

Green, Water, Ice and Stone, p. 258.

p. 175 „la patruzeci şi patru de ani după cea mai mare parte a Europei”: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 191.

p. 175 continua să susţină sus şi tare că „cercetările nu au reuşit să demonstreze că benzina cu plumb reprezintă o ameninţare la adresa sănătăţii oamenilor”: McGrayne, Prometheans in the Lab, p. 191.

p. 176 vor continua să existe şi să consume ozonul multă vreme după ce dumneavoastră sau eu ne vom fi eliberat de nebunia acestei lumi: Biddle, A Field Guide to the Invisible, pp. 110-111.

p. 176 Mai rău este faptul că noi introducem încă în atmosferă cantităţi enorme de CFC în fiecare an: Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 63.

p. 176 Două lucrări recente de popularizare a ştiinţei despre istoria datării Pământului reuşesc chiar performanţa să îi scrie numele greşit: Cărţile sunt Mysteries of Terra Firma şi The Dating Game; în amândouă, numele său este scris „Claire”. (De când a apărut pentru prima oară această notă, am primit un reproş destul de aspru din partea autorului ultimei cărţi, Cherry Lewis, care m-a informat că alegerea ortografiei era intenţionată, ca urmare a corespondenţei ei cu văduva lui Patterson. Cu excepţia celeilalte cărţi citate, alegerea lui Lewis privind ortografia nu corespunde cu nicio altă sursă publicată din câte găsesc, inclusiv numeroasele necroloage ale lui Patterson din ziarele de primă mână – care erau, la urma urmei, efectiv ultimul cuvânt legat de om şi de numele său. Cu toate acestea, accept cu dragă inimă faptul că varianta drei Lewis cu privire la ortografierea numelui lui Patterson a fost intenţionată şi îi cer fără rezerve scuze pentru orice neplăcere provocată.)

p. 176 a comis încă o gravă eroare, aceea de a considera că Patterson era femeie: Nature, „The Rocky Road to Dating the Earth”, 4 ianuarie 2001, p. 20.

Capitolul 11

Quarc pentru Muster Mark

p. 177 În 1911 un om de ştiinţă britanic, pe nume C.T.R. Wilson: Cropper, Great Physicists, p. 325.

p. 178 „dacă mi-aş putea aminti numele acestor particule, m-aş fi făcut botanist”: citat din Cropper, Great Physicists, p. 403.

p. 178 poate face 47.000 de ture într-un tunel de şapte kilometri în mai puţin de o secundă: Discover, „Gluons”, iulie 2000, p. 68.

p. 178 Nici cea mai leneşă: Guth, The Inflationary Universe, p. 121.

p. 179 În 1998 observatorii japonezi au susţinut că neutrinii au masă: Economist, „Heavy Stuff”, 13 iunie 1998, p. 82; National Geographic, „Unveiling the Universe”, octombrie 1999, p. 36.

p. 179 Nu e deloc greu să dezmembrăm un atom: Trefil, 101 Things You Don’t Know About Science and No One Else Does Either, p. 48.

p. 179 Noul Large Hadron Collider de la CERN [...] va ajunge la paisprezece mii de miliarde de volţi de energie: Economist, „Cause for conCERN”, 28 octombrie 2000, p. 75.

p. 180 „punctat pe margini de o serie de mici orăşele dezamăgite”: scrisoare de la Jeff Guinn.

p. 180 Un observator de neutrini propus a se construi la vechea mină de plumb de la Homestake, în Dakota de Sud: Science, „U.S. Researchers Go for Scientific Gold Mine”, 15 iunie 2001, p. 1979.

p. 180 un accelerator de particule de la Fermilab, în Illinois, costă 260 de milioane de dolari: Science, 8 februarie 2002, p. 942.

p. 180 Astăzi, numărătoarea particulelor a ajuns la peste o sută cincizeci: Guth, The Inflationary Universe, p. 120; Feynman, Six Easy Pieces, p. 39.

p. 180 Unii oameni cred că există particule numite tahioni: Nature, 27 septembrie 2001, p. 354.

p. 180 care, la rândul lor, reprezintă fiecare un univers în sine, la un alt nivel, şi tot aşa: Sagan, Cosmos, pp. 265-266.

p. 181 „Pionul cu sarcină electrică şi antipionul se dezintegrează fiecare”: Weinberg, The Discovery of Subatomic Particles, p. 163.

p. 181 „pentru a reintroduce o oarecare economie în multitudinea de hadroni”: Weinberg, The Discovery of Subatomic Particles, p. 165.

p. 181 a vrut să numească aceste particule elementare „partoni”: von Baeyer, Taming the Atom, p. 17.

p. 182 În cele din urmă, din toate acestea a luat naştere ceea ce se numeşte Modelul Standard: Economist, „New Realities?”, 7 octombrie 2000, p. 95; Nature, „The Mass Question”, 28 februarie 2002, pp. 969-970.

p. 182 Bosonii [...] sunt particulele care produc şi transportă forţele: Scientific American, „Uncovering Supersymmetry”, iulie 2002, p. 74.

p. 182 „Are prea mulţi parametri arbitrari”: citat în producţia PBS Creation of the Universe, 1985; de asemenea, citat cu mici diferenţe în Ferris, Coming of Age in the Milky Way, pp. 298-299.

p. 182 noţiunea speculativă de bosoni Higgs: document de pe website-ul CERN, „The Mass Mystery”, nedatat.

p. 182 „Aşadar, ne-am pricopsit cu o teorie”: Feynman, Six Easy Pieces, p. 39.

p. 182 Aceasta postulează că toate acele lucruri mici, cum ar fi quarcii: Science News, 22 septembrie 2001, p. 185.
p. 183 suficient de mici ca să treacă drept particule punctiforme: Weinberg, Dreams of a Final Theory, p. 168.
p. 183 „Stringul heterotic constă într-un string închis, cu două tipuri de vibraţii": Kaku, Hyperspace, p. 158.
p. 183 Teoria stringurilor a dat naştere mai departe Teoriei M: Scientific American, „The Universe's Unseen Dimensions", august 2000, pp. 62-69; Science News, „When Branes Collide", 22 septembrie 2001, pp. 184-185.
p. 183 „Procesul ekpyrotic începe departe, în trecutul nedefinit": New York Times, „Before the Big Bang, There Was... What?", 22 mai 2001, p. F1.
p. 184 este „aproape imposibil pentru oricine altcineva decât un cercetător să discearnă între ciudăţenia legitimă şi nebunia indiscutabilă": Nature, 27 septembrie 2001, p. 354.
p. 184 Problema a ajuns la un punct culminant interesant: website-ul New York Times, „Are They a) Geniuses or b) Jokers?; French Physicists' Cosmic Theory Creates a Big Bang of Its Own", 9 noiembrie 2002; Economist, „Publish and Perish", 16 noiembrie 2002, p. 75.
p. 184 Karl Popper [...] sugera cândva că s-ar putea să nici nu existe o teorie ultimă: Weinberg, Dreams of a Final Theory, p. 184.
p. 184 „până acum nu dăm semne că am fi ajuns la limitele resurselor noastre intelectuale": Weinberg, Dreams of a Final Theory, p. 187.
p. 185 Hubble a calculat că Universul are cam două miliarde de ani vechime: US News and World Report, „How Old Is the Universe?", 25 august 1997, p. 34.

p. 185 o nouă vârstă a Universului, între şapte şi douăzeci de miliarde de ani: Trefil, 101 Things You Don’t Know About Science and No One Else Does Either, p. 91.
p. 185 În perioada următoare, a izbucnit o dispută ce avea să dureze ani de-a rândul: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 268.
p. 186 În februarie 2003 o echipă de la NASA: New York Times, „Cosmos Sits for Early Portrait, Gives up Secrets”, 12 februarie 2003, p. 1.
p. 186 „un munte de teorii clădit pe un muşuroi de dovezi”: Economist, „Queerer than we can suppose”, 5 ianuarie 2002, p. 58.
p. 186 „reflectă mai degrabă penuria de date decât excelenţa teoriei”: National Geographic, „Unveiling the Universe”, octombrie 1999, p. 25.
p. 186 ce vor ei să spună de fapt: Goldsmith, The Astronomers, p. 82.
p. 187 „două treimi din univers încă lipsesc la socoteala finală”: Economist, „Dark for Dark Business”, 5 ianuarie 2002, p. 51.
p. 188 Teoria spune că spaţiul vid nu este deloc gol: PBS Nova, „Runaway Universe”, transcrierea programului transmis pentru prima dată la 21 noiembrie 2000.
p. 188 unicul lucru care ar rezolva toate acestea este constanta cosmologică a lui Einstein: Economist, „Dark for Dark Business”, 5 ianuarie 2002, p. 51.

Capitolul 12

Pământul se mişcă

p. 189 Pe un ton care aproape că-l invita pe cititor să i se alăture într-o chicoteală condescendentă: Hapgood, Earth’s Shifting Crust, p. 29.

p. 191 ei veneau cu anticele „punţi de uscat” de câte ori era nevoie: Simpson, Fossils and the History of Life, p. 98.
p. 191 Nici măcar punţile de uscat nu puteau explica anumite lucruri: Gould, Ever since Darwin, p. 163.
p. 192 „numeroase neajunsuri teoretice severe”: Encyclopaedia Britannica, vol. 6, p. 418.
p. 192 Un critic american s-a arătat neliniştit, fără nicio urmă de ironie, că Holmes îşi prezenta argumentele atât de clar şi de convingător, încât studenţii chiar ar putea ajunge să le creadă: Lewis, The Dating Game, p. 182.
p. 192 circa jumătate dintre cei prezenţi acceptau acum ideea derivei continentelor: Hapgood, Earth’s Shifting Crust, p. 31.
p. 192 „simt că această ipoteză ţine de domeniul fantasticului”: Powell, Mysteries of Terra Firma, p. 147.
p. 193 Interesant este faptul că geologii de la companiile petroliere ştiau de ani de zile: McPhee, Basin and Range, p. 175.
p. 193 La bordul acestui vas se afla un nou aparat interesant de sondare a adâncimilor, numit sondă ultrason: McPhee, Basin and Range, p. 187.
p. 194 munţi vulcanici submarini pe care el i-a numit guyoţi, după numele unui geolog de la Princeton: Harrington, Dance of the Continents, p. 208.
p. 196 „probabil cea mai semnificativă lucrare din ştiinţele Pământului căreia i-a fost refuzată publicarea”: Powell, Mysteries of Terra Firma, pp. 131-132.
p. 196 Târziu, prin anii 1970: Powell, Mysteries of Terra Firma, p. 141.
p. 196 un geolog american din opt încă nu credea în tectonica plăcilor: McPhee, Basin and Range, p. 198.

p. 197 Astăzi ştim că suprafaţa Pământului este alcătuită din opt până la zece plăci mari: Simpson, Fossils and the History of Life, p. 113.
p. 197 Legăturile [...] s-au dovedit a fi infinit mai complexe decât şi-ar fi imaginat cineva: McPhee, Assembling California, pp. 202-208.
p. 198 aproximativ cu viteza cu care ne cresc unghiile: Vogel, Naked Earth, p. 19.
p. 198 o zecime din unu la sută din istoria Pământului: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 44.
p. 198 Există părerea [...] că plăcile tectonice reprezintă o parte importantă în echilibrul organic al planetei: Trefil, Meditations at 10,000 Feet, p. 181.
p. 198 ar putea exista o relaţie între istoria rocilor şi istoria vieţii: Science, „Inconstant Ancient Seas and Life's Path", 8 noiembrie 2002, p. 1165.
p. 199 „că pământul avea o logică în toate": McPhee, Rising from the Plains, p. 158.
p. 199 obicei de a apărea pe nepusă masă acolo unde nu ar trebui şi de a nu apărea acolo unde ar trebui: Simpson, Fossils and the History of Life, p. 115.
p. 199 De asemenea, există numeroase trăsături ale suprafeţei pe care plăcile tectonice nu le pot explica: Scientific American, „Sculpting the Earth from Inside Out", martie 2001.
p. 200 Alfred Wegener nu a trăit suficient ca să îşi vadă ideile răzbunate: Kunzig, The Restless Sea, p. 51.
p. 200 Unul dintre studenţii săi, un tânăr strălucit pe nume Walter Alvarez: Powell, Night Comes to the Cretaceous, p. 7.

Capitolul 13

Buuuum!

p. 203 În 1912, un bărbat care săpa un puţ pentru rezerva de apă a oraşului a relatat că a adus la suprafaţă o mulţime de roci deformate ciudat: Raymond R. Anderson, Geological Society of America, GSA, lucrare specială 302, „The Manson Impact Structure: A Late Cretaceous Meteor Crater in the Iowa Subsurface", primăvara 1996.
p. 204 Practic, întregul orăşel s-a adunat: Des Moines Register, 30 iunie 1979.
p. 204 „Din vreme în vreme, mai vin oameni şi întreabă unde ar trebui să meargă pentru a vedea craterul": interviu cu Schlapkohl, Manson, Iowa, 18 iunie 2001.
p. 205 Unul dintre primii cercetători de vârf, G.K. Gilbert de la Universitatea Columbia: Lewis, Rain of Iron and Ice, p. 38.
p. 205 Gilbert nu a desfăşurat aceste experimente într-un laborator de la Columbia, ci într-o cameră de hotel: Powell, Night Comes to the Cretaceous, p. 37.
p. 206 „În momentul în care am început noi, doar ceva mai mult de zece astfel de obiecte fuseseră descoperite": transcriere de pe canalul BBC, documentarul Horizon, „New Asteroid Danger", p. 4; program transmis pentru prima oară în data de 18 martie 1999.
p. 206 El i-a numit asteroizi – în latină, „ca o stea": Science News, „A Rocky Bicentennial", 28 iulie 2001, pp. 61-63.
p. 207 a fost în sfârşit găsit în 2000, după ce fusese dat dispărut 89 de ani: Ferris, Seeing in the Dark, p. 150.
p. 207 Până în iulie 2001, fuseseră numiţi şi identificaţi 26.000 de asteroizi: Science News, „A Rocky Bicentennial", 28 iulie 2001, pp. 61-63.
p. 207 pe care noi circulăm cu mai mult de 100.000 km pe oră: Ferris, Seeing in the Dark, p. 147.

p. 208 şi fiecare are capacitatea de a intra în coliziune cu pământul, fiecare se mişcă pe o traiectorie uşor diferită pe cer, la intervale diferite: transcriere de pe canalul BBC, documentarul Horizon, „New Asteroid Danger", p. 5; program transmis pentru prima oară în data de 18 martie 1999.

p. 208 asemenea rateuri la distanţă foarte mică se întâmplă de două sau trei ori pe săptămână şi trec neobservate: New Yorker, „Is This the End?", 27 ianuarie 1997, pp. 44-52.

p. 209 În fiecare an, Pământul acumulează circa 30.000 de tone de „sferule cosmice": Vernon, Beneath our Feet, p. 191.

p. 210 „Da, amândoi erau încântători şi foarte convingători": interviu telefonic cu Asaro, 10 martie 2002.

p. 211 un astrofizician pe nume Ralph B. Baldwin, de la Universitatea Northwestern, sugerase această posibilitate într-un articol din revista Popular Astronomy: Powell, Mysteries of Terra Firma, p. 184.

p. 211 În 1956, un profesor de la Oregon State University, M.W. de Laubenfels: Peebles, Asteroids: A History, p. 170.

p. 211 să fi cauzat un eveniment mai timpuriu, cunoscut sub numele de dispariţia frasniană: Lewis, Rain of Iron and Ice, p. 107.

p. 212 „Seamănă mai mult cu nişte colecţionari de timbre": citat de Officer şi Page, Tales of the Earth, p. 142.

p. 212 chiar dacă, în acelaşi timp, într-un interviu pentru un ziar, recunoştea că nu are niciun fel de dovadă pentru aceasta: Boston Globe, „Dinosaur Extinction Theory Backed", 16 decembrie 1985.

p. 212 continuau să creadă că dispariţia dinozaurilor nu era în niciun fel legată de impactul vreunui

asteroid sau al vreunei comete: Peebles, Asteroids: A History, p. 175.

p. 213 o mare parte din activitate o reprezintă evaluarea Planurilor de Management al Îngrăşămintelor: Jurnalul Departamentului de Resurse Naturale din Iowa, Iowa Geology 1999, numărul 24.

p. 213 „Deodată, ne-am trezit în mijlocul acţiunii”: interviu cu Anderson şi Witzke, Iowa City, 15 iunie 2001.

p. 214 Unul dintre acele momente s-a petrecut la întâlnirea anuală a Uniunii Geofizice Americane din 1985: Boston Globe, „Dinosaur Extinction Theory Backed”, 16 decembrie 1985.

p. 215 Formaţiunea fusese descoperită de compania petrolieră mexicană Pemex în 1952: Peebles, Asteroids: A History, pp. 177-178: Washington Post, „Incoming”, 19 aprilie 1998.

p. 215 „Îmi amintesc că, iniţial, aveam dubii serioase în legătură cu eficacitatea unui astfel de eveniment”: Gould, Dinosaur in a Haystack, p. 162.

p. 215 „Senzaţia mea este că Jupiter va înghiţi aceste comete fără măcar să râgâie”: citat de Peebles, Asteroids: A History, p. 196.

p. 215 Un fragment, cunoscut sub numele de Nucleul G, a lovit cu forţa a şase milioane de megatone: Peebles, Asteroids: A History, p. 202.

p. 216 Shoemaker a fost ucis pe loc, iar soţia sa rănită: Peebles, Asteroids: A History, p. 204.

p. 217 aproape orice obiect vertical ar fi făcut una cu pământul sau ar arde în flăcări şi aproape toate fiinţele vii ar fi moarte: Anderson, Departamentul de Resurse Naturale din Iowa, Iowa Geology 1999, „Iowa’s Manson Impact Structure”.

p. 218 „fuga ar însemna doar să alegi o moarte lentă în locul uneia rapide”: Lewis, Rain of Iron and Ice, p. 209.

p. 218 au analizat izotopii de heliu din sedimente rămase de la impactul KT întârziat şi au ajuns la concluzia că a afectat clima Pământului timp de circa zece mii de ani: Arizona Republic, „Impact Theory Gains New Supporters", 3 martie 2001.
p. 218 În primul rând, după cum remarca John S. Lewis, rachetele noastre nu sunt concepute pentru acţiune în spaţiu: Lewis, Rain of Iron and Ice, p. 215.
p. 219 Tom Gehrels [...] consideră că niciun avertisment de un an nu ar fi probabil suficient: New York Times, „The Asteroids Are Coming! The Asteroids Are Coming!", 28 iulie 1996, pp. 17-19.
p. 219 Shoemaker-Levy 9 a orbitat în jurul lui Jupiter într-o manieră destul de suspectă începând cu 1929, dar a trecut mai mult de jumătate de secol până s-o observe cineva: Ferris, Seeing in the Dark, p. 168.

Capitolul 14

Focul din adâncuri

p. 222 „N-ar fi avut nicio noimă să cauţi oase pe aici": interviu cu Mike Voorhies, Ashfall Fossil Beds State Park, Nebraska, 13 iunie 2001.
p. 222 La început, s-a crezut că animalele fuseseră îngropate de vii: National Geographic, „Ancient Ashfall Creates Pompeii of Prehistoric Animals", ianuarie 1981, p. 66.
p. 223 „mult mai bine decât înţelegem interiorul pământului": Feynman, Six Easy Pieces, p. 60.
p. 223 Distanţa de la suprafaţa Pământului până în mijlocul lui este de 6.370 km: Williams şi Montaigne, Surviving Galeras, p. 78.
p. 224 Un personaj modest, acesta nu s-a referit niciodată la scară folosind propriul nume: Ozima, The Earth, p. 49.

p. 225 Intensitatea măsurată creşte exponenţial: Officer şi Page, Tales of the Earth, p. 33.
p. 226 muriseră 60.000 de oameni: Officer şi Page, Tales of the Earth, p. 52.
p. 226 „oraşul care aşteaptă să moară”: McGuire, A Guide to the End of the World, p. 21.
p. 227 potenţialele costuri economice au fost evaluate la aproximativ şapte trilioane de dolari: McGuire, A Guide to the End of the World, p. 130.
p. 227 „a dărâmat schelele ridicate în jurul clădirii Capitoliului”: Trefil, 101 Things You Don’t Know About Science and No One Else Does Either, p. 158.
p. 228 Inevitabil, proiectul a fost botezat Groapa Moho: Vogel, Naked Earth, p. 37.
p. 228 „ca şi cum ai încerca să sapi o groapă [...] folosind o macaroană”: Valley News, „Drilling the Ocean Floor for Earth’s Deep Secrets”, 21 august 1995.
p. 228 scoarţa Pământului reprezintă numai circa 0,3% din volumul planetei: Schopf, Cradle of Life, p. 73.
p. 229 Ştim câte ceva despre manta din cunoştinţele despre filoanele de kimberlit: McPhee, In Suspect Terrain, pp. 16-18.
p. 229 În general, cercetătorii au căzut de acord: Scientific American, „Sculpting the Earth from Inside Out”, martie 2001, pp. 40-47, şi New Scientist, „Journey to the Centre of the Earth”, supliment, 14 octombrie 2000, p. 1.
p. 230 După toate legile geofizicii: Earth, „Mystery in the High Sierra”, iunie 1996, p. 16.
p. 231 Rocile sunt vâscoase [...] în sensul în care spunem şi despre sticlă că este vâscoasă: Vogel, Naked Earth, p. 31.
p. 231 Mişcările nu au loc doar lateral: Science, „Much About Motion in the Mantle”, 1 februarie 2002,

p. 982.

p. 231 un vicar englez pe nume Osmond Fisher a prezis: Tudge, The Time Before History, p. 43.

p. 231 „şi apoi, brusc, şi-ar fi dat seama că există vântul”: Vogel, Naked Earth, p. 53.

p. 231 „există două seturi de date, din două discipline diferite”: Trefil, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p. 146.

p. 232 82% din volumul Pământului şi 65% din masa lui: Nature, „The Earth's Mantle”, 2 august 2001, pp. 501-506.

p. 232 de peste trei milioane de ori mai mare decât presiunile de la suprafaţă: Drury, Stepping Stones, p. 50.

p. 233 în vremea dinozaurilor, era de până de trei ori mai puternic decât acum: New Scientist, „Dynamo Support”, 10 martie 2001, p. 27.

p. 233 se pare că cel mai lung interval a fost de 37 de milioane de ani: New Scientist, „Dynamo Support”, 10 martie 2001, p. 27.

p. 233 „cea mai importantă întrebare fără răspuns din geologie”: Trefil, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p. 150.

p. 233 „Geologii şi geofizicienii rareori participă la aceleaşi întâlniri”: Vogel, Naked Earth, p. 139.

p. 234 Seismologii şi-au bazat orbeşte concluziile pe comportamentul vulcanilor din Hawaii: Fisher et al., Volcanoes, p. 24.

p. 234 A fost cea mai mare alunecare de teren din istoria omenirii: Thompson, Volcano Cowboys, p. 118.

p. 234 cu forţa a 27.000 de bombe atomice de dimensiunile celei de la Hiroshima: Williams şi Montaigne, Surviving Galeras, p. 7.

p. 235 Au murit cincizeci şi şapte de oameni: Fisher et al., Volcanoes, p. 12.

p. 235 „să dea din cap cu uimire”: Williams şi Montaigne, Surviving Galeras, p. 151.
p. 236 Un avion de linie [...] a raportat că a fost bombardat cu roci: Thompson, Volcano Cowboys, p. 123.
p. 236 Totuşi, Yakima nu avea niciun fel de proceduri de urgenţă în cazul vulcanilor: Fisher et al., Volcanoes, p. 16.

Capitolul 15

Frumuseţe periculoasă

p. 237 În 1943, la Parícutin, în Mexic: Smith, The Weather, p. 112.
p. 238 „nu ai reuşi să te apropii la mai puţin de o mie de kilometri de el”: documentar BBC Horizon, „Crater of Death”, prima difuzare, 6 mai 2001.
p. 239 acesta a produs o detunătură care a reverberat în jurul lumii vreme de nouă zile: Lewis, Rain of Iron and Ice, p. 152.
p. 240 Ultima erupţie a unui supervulcan pe Pământ a avut loc la Toba: McGuire, A Guide to the End of the World, p. 104.
p. 240 există dovezi care sugerează că în următorii 20.000 de ani numărul total al oamenilor de pe Pământ nu a fost mai mare de câteva mii: McGuire, A Guide to the End of the World, p. 107.
p. 241 „Poate că nu vă daţi seama, dar staţi pe cel mai mare vulcan activ din lume”: interviu cu Paul Doss, Parcul Naţional Yellowstone, Wyoming, 16 iunie 2001.
p. 244 demonstrat, cu dovezi devastatoare, în noaptea de 17 august 1959 la Hebgen Lake: Smith şi Siegel, Windows into the Earth, pp. 5-6.
p. 247 chiar şi dintr-o singură moleculă, în condiţii ideale: Sykes, The Seven Daughters of Eve, p. 12.

p. 248 Între timp, cercetătorii au descoperit microbi tot mai îndrăzneţi: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 275.
p. 248 După cum spune Jay Bergstralh, cercetător la NASA: PBC NewsHour, transcriere din 20 august 2002.

Capitolul 16

Planeta singuratică

p. 251 cel puţin 99,5% din spaţiul locuibil al lumii: New York Times Book Review, „Where Leviathan Lives”, 20 aprilie 1997, p. 9.
p. 251 apa este de circa o mie trei sute de ori mai grea decât aerul: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 51.
p. 251 venele v-ar ceda, iar plămânii s-ar comprima până la dimensiunile unei doze de cola: New Scientist, „Into the Abyss”, 31 martie 2001.
p. 252 presiunea este echivalentă cu a fi strivit sub greutatea a paisprezece camioane încărcate cu ciment: New Yorker, „The Pictures”, 15 februarie 2000, p. 47.
p. 252 Întrucât noi înşine suntem alcătuiţi în mare parte din apă: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 68.
p. 252 „oamenii seamănă mai mult decât se credea cu balenele şi delfinii”: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 69.
p. 253 „în costum nu mai rămâneau decât oasele lui şi nişte carne zdrenţuită”: Haldane, What is Life?, p. 188.
p. 254 Ashcroft relatează o poveste despre directorii unui nou tunel pe sub Tamisa care au încins un banchet să sărbătorească: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 59.

p. 254 Când s-a dezmeticit, Haldane a explicat că se trezise dezbrăcându-se şi a presupus că era vremea de culcare: Norton, Stars Beneath the Sea, p. 111.
p. 254 Talentul lui Haldane la scufundări consta în capacitatea sa de a respecta intervalele de odihnă necesare pentru o ascensiune din adâncimi, fără să sufere de aeroembolie: Haldane, What is Life?, p. 202.
p. 255 nivelul de saturaţie din sânge a ajuns la 56%: Norton, Stars Beneath the Sea, p. 105.
p. 255 „Dar este oxihemoglobină sau carboxihemoglobină?”: citat în Norton, Stars Beneath the Sea, p. 121.
p. 255 „cel mai isteţ om pe care l-am cunoscut vreodată”: Gould, The Lying Stones of Marrakech, p. 305.
p. 255 tânărul Haldane a considerat că Primul Război Mondial a fost „o experienţă foarte plăcută”: Norton, Stars Beneath the Sea, p. 124.
p. 256 „Aproape în urma fiecărui experiment cineva trebuia să facă o criză, să sângereze sau să vomite”: Norton, Stars Beneath the Sea, p. 133.
p. 256 frecvente erau perforările de timpan: Haldane, What Is Life?, p. 192.
p. 257 Haldane a rămas cu fesele şi partea inferioară a coloanei amorţite vreme de şase ani: Haldane, What Is Life?, p. 202.
p. 257 De asemenea, produce tulburări de dispoziţie de-a dreptul incontrolabile: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 78.
p. 257 „cercetătorul era la fel de ameţit ca voluntarul”: Haldane, What Is Life?, p. 197.
p. 257 Cauza acestei stări este şi acum un mister: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 79.
p. 258 Chiar şi pe o vreme relativ temperată: Attenborough, The Living Planet, p. 39.

p. 258 porţiunile de pe Pământ pe care suntem pregătiţi sau capabili să le ocupăm sunt extrem de modeste: Smith, The Weather, p. 40.

p. 258 Dacă soarele nostru ar fi fost de zece ori mai mare decât acum, s-ar fi epuizat după zece milioane de ani, în loc de zece miliarde: Ferris, The Whole Shebang, p. 81.

p. 259 Căldura Soarelui ajunge la ea cu numai două minute înainte de a ajunge la noi: Grinspoon, Venus Revealed, p. 9.

p. 259 Se pare că, în vremea de început a sistemului solar, Venus era doar puţin mai caldă decât Pământul şi este foarte posibil să fi avut oceane: National Geographic, „The Planets”, ianuarie 1985, p. 40.

p. 259 presiunea atmosferică, tot de la suprafaţă, este de nouăzeci de ori mai mare decât cea de pe Pământ: McSween, Stardust to Planets, p. 200.

p. 261 Luna se îndepărtează din raza noastră de influenţă cu o viteză de 4 cm pe an: Ward şi Brownlee, Rare Earth, p. 33.

p. 262 Însă cel mai greu de găsit element de pe Pământ pare să fie franciul: Atkins, The Periodic Kingdom, p. 28.

p. 262 a renunţat la serviciul de argint pentru cinele de protocol şi l-a înlocuit cu unul de aluminiu: Bodanis, The Secret House, p. 13.

p. 263 reprezentând un modest 0,048% din scoarţa Pământului: Krebs, The History and Use of our Earth’s Chemical Elements, p. 148.

p. 263 „Dacă nu ar exista carbonul, nu ar exista nici viaţa aşa cum o cunoaştem noi”: Davies, The Fifth Miracle, p. 126.

p. 263 Din fiecare două sute de atomi din corpul nostru, o sută douăzeci şi şase sunt de hidrogen, cincizeci şi unu de oxigen şi doar nouăsprezece de

carbon: Snyder, The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things, p. 24.
p. 263 Gradul în care organismele au nevoie sau tolerează anumite elemente este o rămăşiţă a evoluţiei lor: Parker, Inscrutable Earth, p. 100.
p. 264 Dacă picuraţi o cantitate minusculă de sodiu pur în apa obişnuită, va exploda cu suficientă forţă pentru a vă ucide: Snyder, The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things, p. 42.
p. 264 Şi romanii îşi aromatizau vinul cu plumb: Parker, Inscrutable Earth, p. 103.
p. 265 Fizicianul Richard Feynman obişnuia să facă o glumă: Feynman, Six Easy Pieces, p. xix.

Capitolul 17

Spre troposferă

p. 267 Fără ea, Pământul ar fi o bilă îngheţată, lipsită de viaţă: Stevens, The Change in the Weather, p. 7.
p. 267 a fost descoperit în 1902 de un francez, Léon-Philippe Teisserenc de Bort, dintr-un balon: Stevens, The Change in the Weather, p. 56; Nature, „1902 and All That”, 3 ianuarie 2002, p. 15.
p. 268 derivă din aceeaşi rădăcină ca „menopauză”: Smith, The Weather, p. 52.
p. 268 ar duce, în cel mai fericit caz, la edeme pulmonare şi cerebrale severe: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 7.
p. 268 La zece kilometri altitudine, temperatura poate scădea la –57 °C: Smith, The Weather, p. 25.
p. 268 cam a opta milioana parte dintr-un centimetru, ca să fim mai exacţi: Allen, Atmosphere, p. 58.
p. 269 dacă un vehicul intră în atmosferă într-un unghi prea mare, ar putea fi aruncat înapoi în spaţiu: Allen, Atmosphere, p. 57.

p. 269 Dickinson arată cum Howard Somervell [...] „s-a trezit sufocându-se după ce o bucată de carne infectată s-a desprins şi i-a blocat esofagul”: Dickinson, The Other Side of Everest, p. 86.
p. 269 Limita absolută a toleranţei umane pentru a duce o existenţă neîntreruptă pare să fie de circa 5.500 m: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 8.
p. 270 la peste 5.500 m altitudine, nici măcar cele mai adaptate femei nu pot asigura fătului nenăscut suficient oxigen: Attenborough, The Living Planet, p. 18.
p. 270 „peste noi s-a depus în timpul nopţii, în tăcere, o greutate de aproape o jumătate de tonă: citat din Hamilton-Paterson, The Great Deep, p. 177.
p. 271 un front atmosferic tipic poate conţine şapte sute cincizeci de milioane de tone de aer rece ţintuite sub un miliard de tone de aer mai cald: Smith, The Weather, p. 50.
p. 271 o cantitate de energie egală cu consumul de electricitate pe patru zile în Statele Unite: Junger, The Perfect Storm, p. 102.
p. 271 În orice moment, pe glob au loc circa 1.800 de furtuni: Stevens, The Change in the Weather, p. 55.
p. 271 Multe dintre cunoştinţele noastre despre ceea ce se petrece în atmosferă sunt surprinzător de recente: Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 161.
p. 273 dacă vântul bate cu 300 km pe oră, el nu este doar de zece ori mai puternic decât vântul care bate cu 30 km pe oră, ci de o sută de ori mai puternic: Bodanis, E = mc2, p. 68.
p. 273 atâta energie câtă foloseşte într-un an o ţară bogată de dimensiuni medii: Ball, H2O, p. 51.
p. 273 Tendinţa atmosferei de a-şi echilibra presiunea a fost bănuită mai întâi de Edmond Halley: Science, „The Ascent of Atmospheric Sciences”, 13 octombrie 2000, p. 300.

p. 274 Celălalt merit al lui Coriolis, la aceeaşi şcoală, a fost să introducă instalaţiile pentru răcirea apei, care se pare că şi astăzi sunt cunoscute acolo sub numele de corios: Trefil, The Unexpected Vista, p. 24.

p. 274 formează curbele sistemelor atmosferice şi face ca furtunile să se deplaseze învârtindu-se ca nişte titirezi: Drury, Stepping Stones, p. 25.

p. 275 Celsius a fixat punctul de fierbere la 0 şi punctul de îngheţ la 100 pe scala sa: Trefil, The Unexpected Vista, p. 107.

p. 275 Howard a rămas în memoria posterităţii până în prezent în principal pentru faptul că, în 1803, a denumit diferitele tipuri de nori: Dictionary of National Biography, vol. 10, pp. 51-52.

p. 275 Sistemul lui Howard a fost mult îmbogăţit de-a lungul anilor: Trefil, Meditations at Sunset, p. 62.

p. 276 Se pare că aceasta este sursa expresiei „a fi în al nouălea cer”: Hamblyn, The Invention of Clouds, p. 252.

p. 276 Un cumulus de vară pufos, de câteva sute de metri, abia dacă are 100 până la 150 de litri de apă: Trefil, Meditations at Sunset, p. 66.

p. 276 În orice moment, numai circa 0,035% din apa dulce de pe Pământ pluteşte în jurul şi deasupra noastră”: Ball, H2O, p. 57.

p. 276 Predicţiile despre ce se va întâmpla cu o moleculă de apă se întind pe o paletă foarte largă, în funcţie de locul în care cade: Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 8.

p. 277 Chiar şi o mare de dimensiunile Mediteranei s-ar usca total într-o mie de ani dacă nu ar fi reaprovizionată permanent: Gribbin, Being Human, p. 123.

p. 277 Un astfel de eveniment a avut loc cu aproape şase milioane de ani în urmă: New Scientist, „Vanished”, 7 august 1999.

p. 277 echivalentă cu producţia de cărbune a lumii pe zece ani: Trefil, Meditations at 10,000 Feet, p. 122.
p. 277 De aceea, în general, apare un decalaj între începutul astronomic oficial al unui anotimp şi momentul în care avem sentimentul concret că anotimpul a început: Stevens, The Change in the Weather, p. 111.
p. 278 Cât despre felul în care ar putea cineva afla cât îi ia unei picături de apă să ajungă dintr-un ocean în celălalt: National Geographic, „New Eyes on the Oceans", octombrie 2000, p. 101.
p. 279 În ansamblu, în rocile de pe Pământ se află stocat de circa optzeci de mii de ori mai mult carbon decât în atmosferă: Stevens, The Change in the Weather, p. 7.
p. 280 Ştim, din mostre de gheaţă foarte veche, că nivelul „natural" de dioxid de carbon din atmosferă: Science, „The Ascent of Atmospheric Sciences", 13 octombrie 2000, p. 303.

Capitolul 18

Conducta de legătură

p. 281 Imaginaţi-vă cum ar fi să trăiţi într-o lume dominată de oxidul de hidrogen: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 100.
p. 281 Un cartof conţine până la 80% apă, o vacă 74%, o bacterie 75%: Schopf, Cradle of Life, p. 107.
p. 281 Nu ne ajută aproape cu nimic dacă dorim să facem predicţii corecte despre proprietăţile altor lichide şi nici viceversa: Green, Water, Ice and Stone, p. 29; Gribbin, In the Beginning, p. 174.
p. 281 Când ajunge în formă solidă, este cu aproape o zecime mai voluminoasă decât înainte: Trefil, Meditations at 10,000 Feet, p. 121.

p. 282 „o proprietate de maximă bizarerie”: Gribbin, In the Beginning, p. 174.
p. 282 aşa cum se schimbă partenerii într-un cadril: Kunzig, The Restless Sea, p. 8.
p. 282 În orice moment am măsura, numai 15% dintre ele se află în contact direct: Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 152.
p. 282 În numai câteva zile, buzele „se retrag, de parcă ar fi amputate, gingiile se înnegresc, nasul se strânge la jumătate din lungime”: Economist, 13 mai 2000, p. 4.
p. 283 Un litru obişnuit de apă de mare conţine numai 2,5 linguriţe de sare de bucătărie: Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 248.
p. 283 transpirăm şi plângem apă de mare: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 184.
p. 283 Pe Pământ există 1,3 miliarde de kilometri cubi de apă şi asta este tot ce vom obţine vreodată: Green, Water, Ice and Stone, p. 25.
p. 283 În urmă cu 3,8 miliarde de ani, oceanele atinseseră (cu o oarecare aproximaţie) volumul din prezent: Ward şi Brownlee, Rare Earth, p. 360.
p. 283 Întregul Pacific reuneşte puţin peste jumătate din apa oceanică a lumii: Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 226.
p. 284 planeta noastră mai bine s-ar chema Apă decât Pământ: Ball, H2O, p. 21.
p. 284 adică cei 3% din total: Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 6; Scientific American, „On Thin Ice”, decembrie 2002, pp. 100-105.
p. 284 Dacă mergeţi la Polul Sud, veţi sta pe mai bine de trei kilometri de gheaţă, iar la Polul Nord, numai pe cinci metri: Smith, The Weather, p. 62.
p. 284 suficient pentru a înălţa nivelul oceanului cu 60 m, dacă s-ar topi toată: Schultz, Ice Age Lost, p. 75.

p. 285 „împinşi la rătăcire de rutina năucitoare a anilor de scotocit": Weinberg, A Fish Caught in Time, p. 34.
p. 285 Dar au navigat aproape 130.000 km: Hamilton-Paterson, The Great Deep, p. 178.
p. 285 asistente atrăgătoare, ale căror atribuţii erau descrise ingenios drept „documentarist şi tehnician" sau „asistent în problemele peştilor": Norton, Stars Beneath the Sea, p. 57.
p. 285 La scurt timp după aceea, a făcut echipă cu Barton, care provenea dintr-o familie şi mai bogată: Ballard, The Eternal Darkness, pp. 14-15.
p. 286 Sfera nu era în niciun fel manevrabilă [...] şi era dotată cu sistem de respirare dintre cele mai primitive: Weinberg, A Fish Caught in Time, p. 158; Ballard, The Eternal Darkness, p. 17.
p. 287 Orice ar fi fost, nimeni nu a mai văzut de atunci încoace ceva asemănător: Weinberg, A Fish Caught in Time, p. 159.
p. 287 În 1958 au încheiat o înţelegere cu Marina Statelor Unite: Broad, The Universe Below, p. 54.
p. 288 „Nu am aflat prea multe din asta, decât că se putea face: citat din revista Underwater, „The Deepest Spot on Earth", iarna 1999.
p. 289 Exista o singură problemă: proiectanţii nu au găsit pe nimeni dispus să-l construiască: Broad, The Universe Below, p. 56.
p. 289 În 1994, 34.000 de mănuşi de hochei pe gheaţă au fost măturate peste bordul unui cargobot coreean, în timpul unei furtuni din Pacific: National Geographic, „New Eyes on the Oceans", octombrie 2000, p. 93.
p. 290 este posibil ca oamenii să fi cercetat „a milioana sau a miliarda parte din întunericul mării": Kunzig, The Restless Sea, p. 47.

p. 290 viermi tubulari de peste 3 m lungime, scoici de 30 cm lăţime, creveţi şi midii de adâncime: Attenborough, The Living Planet, p. 30.

p. 290 Înainte de asta, se crezuse că niciun organism complex nu putea supravieţui în ape mai calde de circa 54 °C: National Geographic, „Deep Sea Vents", octombrie 2000, p. 123.

p. 290 suficientă pentru a îngropa fiecare bucăţică de pământ la o adâncime de 150 de metri: Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 248.

p. 291 poate dura până la zece milioane de ani să cureţi un ocean: Vogel, Naked Earth, p. 182.

p. 291 Probabil că nimic nu exprimă mai elocvent distanţa psihologică dintre noi şi adâncimile oceanice: Engel, The Sea, p. 183.

p. 291 Când nu se scufundau, cum se întâmpla de cele mai multe ori, puşcaşii marini le ciuruiau cu gloanţe ca să pătrundă apa în ele: Kunzig, The Restless Sea, pp. 294-305.

p. 292 Uneori balenele albastre încep un cântec, îl întrerup, apoi îl reiau exact din acelaşi punct şase luni mai târziu: Sagan, Cosmos, p. 271.

p. 292 Gândiţi-vă la [...] faimosul calmar uriaş: Good Weekend, „Armed and Dangerous", 15 iulie 2000, p. 35.

p. 293 ar putea exista până la 30 de milioane de specii de animale care trăiesc în mare, majoritatea fiind încă nedescoperite: Time, „Call of the Sea", 5 octombrie 1998, p. 60.

p. 293 Chiar şi la o adâncime de aproape 5 km, au găsit circa 3.700 de fiinţe: Kunzig, The Restless Sea, pp. 104-105.

p. 293 În ansamblu, mai puţin de 10% din ocean este considerat productiv în mod natural: sondaj Economist, „The Sea", 23 mai 1998, p. 4.

p. 294 nici măcar nu intră în primele cincizeci de naţiuni la pescuit: Flannery, The Future Eaters, p. 104.
p. 294 Mulţi pescari „dorsează" rechinii: Audubon, mai-iunie 1998, p. 54.
p. 295 târăsc după ele plase uriaşe cât să cuprindă o duzină de avioane cu reacţie de mare capacitate: Time, „The Fish Crisis", 11 august 1997, p. 66.
p. 295 „Ne aflăm încă în epoca primitivă. Aruncăm pur şi simplu plasa şi aşteptăm să vedem ce pică": Economist, „Pollock Overboard", 6 ianuarie 1996, p. 22.
p. 295 Aproape 22 de milioane de tone de astfel de peşte nedorit sunt aruncate înapoi în mare în fiecare an, cea mai mare parte în stadiul de cadavre: sondaj Economist, „The Sea", 23 mai 1998, p. 12.
p. 295 Zone întinse de pe fundul Mării Nordului sunt drenate la sânge de traulere late de până la şapte ori pe an: Outside, decembrie 1997, p. 62.
p. 295 navigatorii îl adunau cu coşurile: National Geographic, octombrie 1993, p. 18.
p. 296 În 1990 scăzuse la 22.000 de tone: sondaj Economist, „The Sea", 23 mai 1998, p. 8.
p. 296 „Pescarii i-au prins pe toţi": Kurlansky, Cod, p. 186.
p. 296 rezervele încă nu înregistraseră nicio revenire: Nature, „How Many More Fish in the Sea?", 17 octombrie 2002, p. 662.
p. 296 În prezent, afirmă el sec, „peşte" înseamnă „ce a mai rămas": Kurlansky, Cod, p. 138.
p. 296 „Biologii estimează că 90% dintre homari sunt prinşi la mai puţin de un an după ce ating dimensiunea legală minimă, în jurul vârstei de şase ani": New York Times, „A Tale of Two Fisheries", 27 august 2000, p. 40.

p. 296 Pe calota glaciară din jurul Antarcticii ar putea trăi până la cincisprezece milioane de exemplare: BBC Horizon, transcriere, „Antarctica: The Ice Melts”, p. 16.

Capitolul 19

Începuturile vieţii

p. 298 După câteva zile, apa din retorte s-a făcut verde şi galbenă, un borş consistent de aminoacizi: Earth, „Life’s Crucible”, februarie 1998, p. 34.
p. 298 Repetarea experimentelor lui Miller, pornind de la noile premise, mai provocatoare, nu a produs până în prezent decât un aminoacid destul de primitiv: Ball, H2O, p. 209.
p. 298 dar ar putea exista până la un milion de tipuri de proteine în corpul uman: Discover, „The Power of Proteins”, ianuarie 2002, p. 38.
p. 299 şansele ca toate cele două sute să apară în ordinea cerută sunt de 1 la 10260: Crick, Life Itself, p. 51.
p. 299 Hemoglobina are o înşiruire de numai 146 de aminoacizi, un mizilic după standardele proteice: Sulston şi Ferry, The Common Thread, p. 14.
p. 300 ADN-ul este un maestru al duplicării – îşi poate face o copie într-un interval de secunde: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 63.
p. 300 „Dacă fiecare element are nevoie de toate celelalte, cum a luat naştere de la bun început comunitatea moleculelor?”: Davies, The Fifth Miracle, p. 71.
p. 301 trebuie să fi existat vreun fel de proces cumulativ de selecţie care să le fi permis aminoacizilor să se grupeze: Dawkins, The Blind Watchmaker, p. 45.

p. 301 O mulţime de molecule din natură se reunesc pentru a forma lanţuri lungi, numite polimeri: Dawkins, The Blind Watchmaker, p. 115.
p. 301 „o manifestare obligatorie a materiei”: citat în Nuland, How We Live, p. 121.
p. 301 Dacă aţi dori să creaţi o entitate vie, [...] nu aveţi nevoie decât de patru elemente principale: Schopf, Cradle of Life, p. 107.
p. 302 „Substanţele din care sunt alcătuite fiinţele vii nu au nimic extraordinar”: Dawkins, The Blind Watchmaker, p. 112.
p. 302 Un text de referinţă din biologie spune, poate chiar cu o uşoară urmă de disconfort: Wallace et al., Biology, p. 428.
p. 302 Până prin anii 1950, s-a crezut că viaţa există de mai puţin de 600 de milioane de ani: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 71.
p. 302 „Din această rapiditate putem deduce că viaţa la nivel bacterian nu întâmpină prea mari dificultăţi în a evolua”: New York Times, „Life on Mars? So What?”, 11 august 1996.
p. 303 „viaţa, cu apariţia sa din primul moment posibil, era predestinată chimic să existe”: Gould, Eight Little Piggies, p. 328.
p. 303 zeci de mii de australieni au fost speriaţi de o serie de bubuituri sonice şi de vederea unui ghem de foc străbătând cerul de la est la vest: Sydney Morning Herald, „Aerial Blast Rocks Towns”, 29 septembrie 1969, şi „Farmer Finds «Meteor Soot»”, 30 septembrie 1969.
p. 303 era bine împănat cu aminoacizi – în total, şaptezeci şi patru de tipuri: Davies, The Fifth Miracle, pp. 209-210.
p. 304 Alţi câţiva meteoriţi de tip carbonaceous chondrite s-au rătăcit în calea Pământului din 1969 încoace: Nature, „Life’s Sweet Beginnings?”, 20-

27 decembrie 2001, p. 857; Earth, „Life’s Crucible”, februarie 1998, p. 37.
p. 304 „la limita extremă a respectabilităţii ştiinţifice”: Gribbin, In the Beginning, p. 78.
p. 305 „Oriunde te-ai duce în lume, la orice animal, plantă, insectă sau urmă minusculă te-ai uita”: Ridley, Genome, p. 21.
p. 305 „Nu putem fi siguri că ceea ce ţineţi dumneavoastră în mână acum a conţinut cândva organisme vii”: interviu cu Victoria Bennett, Australia National University, Canberra, 21 august 2001.
p. 308 plin de vapori toxici, de la acizii sulfuric şi clorhidric, suficient de puternici ca să treacă prin îmbrăcăminte şi să rănească pielea: Ferris, Seeing in the Dark, p. 200.
p. 308 „fără îndoială, cea mai importantă inovaţie metabolică din istoria vieţii de pe planetă”: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 78.
p. 308 Globulele albe din sângele nostru chiar folosesc oxigenul pentru a ucide bacteriile invadatoare: detaliu oferit de dr. Laurence Smaje.
p. 309 Dar acum 3,5 miliarde de ani a devenit evident un lucru mai important: Wilson, The Diversity of Life, p. 186.
p. 310 „Este ca o călătorie în timp”: Fortey, Life, p. 66.
p. 310 cianobacteriile din Golful Rechinului ar putea fi organismele cu cea mai lentă evoluţie de pe Pământ: Schopf, Cradle of Life, p. 212.
p. 311 „Animalele nu îşi puteau aduna energia necesară pentru a funcţiona”: Fortey, Life, p. 89.
p. 311 nu ar fi în prezent decât un terci de microbi simpli: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 128.
p. 311 puteţi aduna până la un miliard în spaţiul ocupat de un fir de nisip: Brown, The Energy of Life, p. 101.

p. 311 Aceste fosile au fost descoperite o singură dată şi apoi nu se mai cunosc altele vreme de cinci sute de milioane de ani: Ward şi Brownlee, Rare Earth, p. 10.
p. 311 doar nişte „pungi de substanţe chimice”: Drury, Stepping Stones, p. 68.
p. 312 suficient pentru a umple optzeci de cărţi a cinci sute de pagini fiecare, după cum observa Carl Sagan: Sagan, Cosmos, p. 273.

Capitolul 20

Ce mică-i lumea!

p. 313 Louis Pasteur devenise atât de preocupat de microbii săi, încât a început să cerceteze cu un ochi critic, printr-o lupă, fiecare farfurie cu mâncare aşezată dinaintea lui: Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 16.
p. 313 Dacă aveţi o sănătate bună şi o preocupare medie pentru igienă, probabil că deţineţi o turmă de circa o mie de miliarde de bacterii ce pasc pe câmpiile epidermei dumneavoastră: Ashcroft, Life at the Extremes, p. 248; Sagan şi Margulis, Garden of Microbial Delights, p. 4.
p. 313 Numai aparatul digestiv este gazda a peste o sută de mii de miliarde de microbi de cel puţin patru sute de tipuri: Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 57.
p. 313 Unele, surprinzător de multe, [...] nu au niciun fel de funcţie detectabilă: National Geographic, „Bacteria”, august 1993, p. 51.
p. 313 Fiecare corp uman conţine circa zece milioane de miliarde de celule, dar este gazdă pentru aproximativ o sută de milioane de miliarde de celule de bacterii: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 67.

p. 314 Noi însă nu am rezista fără ele nici o zi: New York Times, „From Birth, Our Body Houses a Microbe Zoo”, 15 octombrie 1996, p. C-3.

p. 314 Algele şi alte organisme minuscule ce bolborosesc prin apă trimit în aer circa o sută cincizeci de miliarde de kilograme de oxigen în fiecare an: Sagan şi Margulis, Garden of Microbial Delights, p. 11.

p. 314 Clostridium perfringens, micul organism nesuferit care produce cangrena, se reproduce în numai nouă minute: Outside, iulie 1999, p. 88.

p. 314 La o asemenea viteză, teoretic, o singură bacterie poate produce în două zile mai mulţi urmaşi decât toţi protonii din Univers: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 75.

p. 314 „o singură celulă de bacterie poate genera două sute optzeci de mii de miliarde de indivizi într-o singură zi”: de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p. 320.

p. 315 Practic [...] toate bacteriile înoată într-o unică piscină genetică: Margulis şi Sagan, Microcosmos, p. 16.

p. 315 Oamenii de ştiinţă din Australia au descoperit microbi cunoscuţi sub numele de Thiobacillus concretivorans: Davies, The Fifth Miracle, p. 145.

p. 315 Unele bacterii descompun materialele chimice din care, din câte ştim noi, nu obţin nimic benefic: National Geographic, „Bacteria”, august 1993, p. 39.

p. 315 „precum membrele împrăştiate ale creaturilor trezite din morţi dintr-un film de groază”: Economist, „Human Genome Survey”, 1 iulie 2000, p. 9.

p. 316 Cel mai extraordinar caz de supravieţuire cunoscut până acum ar putea fi bacteria Streptococcus, care a fost descoperită pe obiectivul sigilat al unui aparat foto ce fusese pe Lună vreme de doi ani: Davies, The Fifth Miracle, p. 146.

p. 316 S-a sugerat chiar că ronţăitul lor neobosit ar fi creat scoarţa Pământului: New York Times, „Bugs Shape Landscape, Make Gold”, 15 octombrie 1996, p. C-1.
p. 316 dacă am scoate toate bacteriile din interiorul Pământului şi le-am depozita la suprafaţă, acestea ar acoperi planeta cu un strat gros de 15 m: Discover, „To Hell and Back”, iulie 1999, p. 82.
p. 316 Cei mai activi dintre ei abia dacă se divizează cam o dată pe secol: Scientific American, „Microbes Deep Inside the Earth”, octombrie 1996, p. 71.
p. 316 „Se pare că secretul unei vieţi lungi este să nu faci mare lucru”: Economist, „Earth’s Hidden Life”, 21 decembrie 1996, p. 112.
p. 316 Alte microorganisme au revenit la viaţă după ce au fost eliberate dintr-o conservă de carne veche de 118 ani şi dintr-o sticlă de bere de 166 de ani: Nature, „A Case of Bacterial Immortality?”, 19 octombrie 2000, p. 844.
p. 317 au afirmat că au resuscitat bacterii care au stat îngheţate în pergelisolul siberian vreme de trei milioane de ani: Economist, „Earth’s Hidden Life”, 21 decembrie 1996, p. 111.
p. 317 Dar recordul de supravieţuire de până acum pare a fi cel revendicat de Russell Vreeland şi colegii săi de la West Chester University: New Scientist, „Sleeping Beauty”, 21 octombrie 2000, p. 12.
p. 317 Cercetătorii mai bănuitori au sugerat că mostra ar fi putut fi contaminată: BBC News online, „Row over Ancient Bacteria”, 7 iunie 2001.
p. 317 Bacteriile erau de obicei îngrămădite la un loc cu plantele: Sagan şi Margulis, Garden of Microbial Delights, p. 22.
p. 319 În 1969, într-o încercare de a aduce o oarecare ordine în sistemul de clasificări din ce în ce mai

inadecvat: Sagan şi Margulis, Garden of Microbial Delights, p. 23.

p. 319 După un calcul estimativ, conţinea în total până la două sute de mii de specii diferite de organisme: Sagan şi Margulis, Garden of Microbial Delights, p. 24.

p. 319 După părerea lui Woese, la acea vreme erau cunoscute cam 500 de specii de bacterii: New York Times, „Microbial Life's Steadfast Champion", 15 octombrie 1996, p. C-3.

p. 320 Numai circa 1% cresc în culturi: Science, „Microbiologists Explore Life's Rich, Hidden Kingdoms", 21 martie 1997, p. 1740.

p. 320 „e ca şi cum ai învăţa despre animale vizitând o grădină zoologică": New York Times, „Microbial Life's Steadfast Champion", 15 octombrie 1996, p. C-7.

p. 321 Woese „s-a simţit cumplit de dezamăgit": Ashcroft, Life at the Extremes, pp. 274-275.

p. 321 „Ca şi fizica înaintea ei, biologia a trecut la un nivel la care, de multe ori, obiectele de studiu şi interacţiunile lor nu pot fi percepute prin observare directă": Proceedings of the National Academy of Sciences, „Default Taxonomy: Ernst Mayr's View of the Microbial World", 15 septembrie 1998.

p. 321 „Woese nu are pregătire de biolog şi, prin urmare, era normal să nu fie îndeajuns de familiarizat cu principiile clasificării": Proceedings of the National Academy of Sciences, „Two Empires or Three?", 18 august 1998.

p. 322 Dintre cele douăzeci şi trei de diviziuni principale ale vieţii, numai trei [...] sunt suficient de mari pentru a fi văzute de ochiul uman şi chiar şi acestea conţin specii microscopice: Schopf, Cradle of Life, p. 106.

p. 322 dacă am însuma biomasa planetei [...] microbii ar reprezenta cel puţin 80% din tot ce există: New

York Times, „Microbial Life's Steadfast Champion", 15 octombrie 1996, p. C-7.

p. 323 Organismul cel mai infecţios de pe Pământ, o bacterie numită wolbachia: Nature, „Wolbachia: a Tale of Sex and Survival", 11 mai 2001, p. 109.

p. 323 numai aproximativ un microb dintr-o mie este un agent patogen pentru oameni: National Geographic, „Bacteria", august 1993, p. 39.

p. 323 microbii reprezintă încă ucigaşul numărul trei în lumea occidentală: Outside, iulie 1999, p. 88.

p. 323 istoria este plină de boli care „au provocat cândva epidemii terifiante şi apoi au dispărut la fel de misterios precum apăruseră": Diamond, Guns, Germs and Steel, p. 208.

p. 325 o boală numită fasciită necrozantă, în care bacteriile mănâncă practic victima din interior spre exterior: Gawande, Complications, p. 234.

p. 325 „A sosit timpul să întoarcem pagina peste bolile infecţioase": New Yorker, „No Profit, No Cure", 5 noiembrie 2001, p. 46.

p. 326 Şi, chiar în timp ce vorbea, cam 90% dintre tulpinile de stafilococi erau pe cale de a-şi dezvolta imunitatea la penicilină: Economist, „Disease Fights Back", 20 mai 1995, p. 15.

p. 326 în 1997 un spital din Tokyo a raportat posibilitatea să fi apărut o tulpină imună până şi la aceasta: Boston Globe, „Microbe Is Feared to Be Winning Battle Against Antibiotics", 30 mai 1997, p. A-7.

p. 326 După cum remarca James Surowiecki: New Yorker, „No Profit, No Cure", 5 noiembrie 2001, p. 46.

p. 326 Institutul Naţional de Sănătate al Statelor Unite [...] a început să susţină oficial ideea abia în 1994: Economist, „Bugged by Disease", 21 martie 1998, p. 93.

p. 326 „Probabil că sute sau chiar mii de oameni au murit de ulcer complet inutil”: Forbes, „Do Germs Cause Cancer?”, 15 noiembrie 1999, p. 195.

p. 326 De atunci încoace, numeroase alte cercetări au arătat că există sau sunt şanse mari să existe o componentă bacteriană în multe alte tipuri de dereglări: Science, „Do Chronic Diseases Have an Infectious Root?”, 14 septembrie 2001, pp. 1974-1976.

p. 327 „un fragment de acid nucleic înconjurat de veşti proaste”: citat în Oldstone, Viruses, Plagues and History, p. 8.

p. 327 Până în prezent, se cunosc aproximativ cinci mii de tipuri de viruşi: Biddle, A Field Guide to the Invisible, pp. 153-154.

p. 327 Variola a omorât, numai în secolul XX, aproximativ 300 de milioane de oameni: Oldstone, Viruses, Plagues and History, p. 1.

p. 327 În zece ani, boala a omorât circa cinci milioane de oameni şi apoi a dispărut pe nesimţite: Kolata, Flu, p. 292.

p. 328 Primul Război Mondial a omorât 21 de milioane de oameni în patru ani; gripa spaniolă a ucis la fel de mulţi doar în primele patru luni: American Heritage, „The Great Swine Flu Epidemic of 1918”, iunie 1976, p. 82.

p. 328 În încercarea de a produce un vaccin, autorităţile medicale au desfăşurat experimente pe voluntari într-o închisoare militară din Deer Island, în portul Boston: American Heritage, „The Great Swine Flu Epidemic of 1918”, iunie 1976, p. 82.

p. 330 Cercetătorii de la Manchester Royal Infirmary au descoperit că un marinar care murise în 1959 din cauze misterioase şi netratabile a avut în realitate SIDA: National Geographic, „The Disease Detectives”, ianuarie 1991, p. 132.

p. 330 În 1969, un doctor de la Laboratorul Universităţii Yale din New Haven, Connecticut, care studia febra Lassa: Oldstone, Viruses, Plagues and History, p. 126.
p. 330 În 1990 un nigerian care locuia la Chicago a fost expus la virusul febrei Lassa în timpul unei vizite în ţara sa natală: Oldstone, Viruses, Plagues and History, p. 128.

Capitolul 21

Viaţa merge mai departe

p. 331 Soarta mai tuturor organismelor vii: Schopf, Cradle of Life, p. 72.
p. 331 Numai circa 15% dintre roci pot conserva fosile: Lewis, The Dating Game, p. 24.
p. 332 mai puţin de o specie din zece mii a intrat în istoria fosilelor: Trefil, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p. 280.
p. 332 declaraţia [...] potrivit căreia analele fosilelor conţin 250.000 de specii: Leakey şi Lewin, The Sixth Extinction, p. 45.
p. 332 Circa 95% dintre toate fosilele de care dispunem provin de la animale care au trăit cândva sub apă: Leakey şi Lewin, The Sixth Extinction, p. 45.
p. 333 „Pare un număr impresionant", a aprobat el: interviu cu Richard Fortey, Natural History Museum, Londra, 19 februarie 2001.
p. 333 oamenii au supravieţuit cât o jumătate de procent din perioada de existenţă a trilobiţilor: Fortey, Trilobite!, p. 24.
p. 334 un întreg Profallotaspis sau Elenellus, de dimensiunile unui crab: Fortey, Trilobite!, p. 121.
p. 334 şi-a alcătuit o colecţie suficient de importantă încât să fie cumpărată de Louis Agassiz: „From

Farmer-Laborer to Famous Leader: Charles D. Walcott (1850-1927)", GSA Today, ianuarie 1996.

p. 334 În 1879, Walcott şi-a luat o slujbă de cercetător de teren: Gould, Wonderful Life, pp. 242-243.

p. 334 „Cărţile sale umplu un raft de bibliotecă": Fortey, Trilobite!, p. 53.

p. 335 unica perspectivă pe care o avem despre apariţia vieţii moderne în toată deplinătatea sa: Gould, Wonderful Life, p. 56.

p. 335 Gould, un om scrupulos de felul lui, a descoperit: Gould, Wonderful Life, p. 71.

p. 336 o sută patruzeci de specii, potrivit unei estimări: Leakey şi Lewin, The Sixth Extinction, p. 27.

p. 336 o paletă de diferenţieri [...] ce nu şi-a găsit niciodată rival: Gould, Wonderful Life, p. 208.

p. 336 „O astfel de interpretare": Gould, Eight Little Piggies, p. 225.

p. 336 Apoi, în 1973, un student la studii postuniversitare de la Universitatea Cambridge: National Geographic, „Explosion of Life", octombrie 1993, p. 126.

p. 337 atâtea noutăţi de care ştiinţa încă nu avea habar, încât [...] la un moment dat: Fortey, Trilobite!, p. 123.

p. 337 toate folosesc arhitecturi create pentru prima dată în explozia cambriană: US News and World Report, „How Do Genes Switch On?", 18-25 august 1997, p. 74.

p. 337 cel puţin cincisprezece, dacă nu chiar douăzeci: Gould, Wonderful Life, p. 25.

p. 338 „Derulaţi înapoi banda vieţii": Gould, Wonderful Life, p. 14.

p. 338 În 1946, Sprigg, un tânăr asistent geolog guvernamental: Corfield, Architects of Eternity, p. 287.

p. 339 dar nu a reuşit să intre în graţiile directorului asociaţiei: Corfield, Architects of Eternity, p. 287.

p. 339 Nouă ani mai târziu, în 1957: Fortey, Life, p. 85.

p. 340 „În prezent, nu trăieşte nimic cât de cât similar lor”: Fortey, Life, p. 88.

p. 340 „Sunt greu de considerat”: Fortey, Trilobite!, p. 125.

p. 340 „Ce bine ar fi dacă Stephen Gould ar gândi la fel de clar pe cât scrie!”: Dawkins, Sunday Telegraph, 25 februarie 1990.

p. 341 Un critic care scria pentru The New York Times Book Review: New York Times Book Review, „Survival of the Luckiest”, 22 octombrie 1989.

p. 341 Dawkins a atacat [...] afirmaţiile lui Gould: recenzie la Full House, în Evolution, iunie 1997.

p. 341 care a şocat o bună parte din comunitatea paleontologică atunci când s-a întors violent împotriva lui Gould într-o carte proprie, The Crucible of Creation: New York Times Book Review, „Rock of Ages”, 10 mai 1998, p. 15.

p. 341 „Nu am întâlnit niciodată atât spleen în cartea unui profesionist”: Fortey, Trilobite!, p. 138.

p. 342 Fortey oferă drept exemplu ideea de a compara un şoarece-de-câmp cu un elefant: Fortey, Trilobite!, p. 132.

p. 343 „Niciuna nu era atât de ciudată precum ciripedele moderne sau la fel de grotescă precum o regină termită”: Fortey, Life, p. 111.

p. 343 nu le-a făcut mai puţin interesante sau ciudate, ci doar mai explicabile: Fortey, „Shock Lobsters”, London Review of Books, 1 octombrie 1998.

p. 343 Una este să descoperim o creatură bine conturată, precum un trilobit izolat ce apare brusc: Fortey, Trilobite!, p. 137.

Capitolul 22

Rămas-bun tuturor acestora

p. 345 În zonele din Antarctica, unde practic nu creşte nimic altceva: Attenborough, The Living Planet, p. 48.

p. 345 „În mod spontan, piatra anorganică devine plantă!”: Marshall, Mosses and Lichens, p. 22.

p. 345 În lume există mai bine de douăzeci de mii de specii de licheni: Attenborough, The Private Life of Plants, p. 214.

p. 346 Cei de dimensiunea unei farfurii întinse [...] „ar putea foarte bine să aibă sute, dacă nu chiar mii de ani”: Attenborough, The Living Planet, p. 42.

p. 346 Dacă vă imaginaţi cei 450 de milioane de ani de existenţă ai Pământului comprimaţi într-o zi terestră normală: adaptare după Schopf, Cradle of Life, p. 13.

p. 347 să ne întindem braţele la maximum şi să ne imaginăm că distanţa dintre extremităţile lor reprezintă întreaga istorie a Pământului: McPhee, Basin and Range, p. 126.

p. 348 Nivelurile de oxigen [...] ajungeau până la 35%: Officer şi Page, Tales of the Earth, p. 123.

p. 349 izotopii se acumulează în ritmuri diferite, în funcţie de cât de mult oxigen sau dioxid de carbon se găsesc în atmosferă: Officer şi Page, Tales of the Earth, p. 118.

p. 350 „Forţele Aeriene SUA au făcut experienţe cu ele şi le-au pus să zboare în tunele aerodinamice, ca să vadă cum de reuşesc toate acestea, şi au fost şocate”: Conniff, Spineless Wonders, p. 84.

p. 350 În pădurile din carbonifer, libelulele creşteau cât corbii: Fortey, Life, p. 201.

p. 350 Din fericire, echipa a găsit exact o astfel de creatură: BBC Horizon, „The Missing Link”, transmis prima dată la 1 februarie 2001.

p. 351 Numele se referă la numărul şi amplasarea micilor găuri descoperite pe craniile proprietarilor: Tudge, The Variety of Life, p. 411.

p. 352 dar numărul a fost mărit până la patru mii de miliarde: Tudge, The Variety of Life, p. 9.

p. 352 „La o primă aproximare, toate speciile sunt dispărute”: citat de Gould, Eight Little Piggies, p. 46.

p. 352 durata medie de viaţă a unei specii este de numai patru milioane de ani: Leakey şi Lewin, The Sixth Extinction, p. 38.

p. 352 „Alternativa la dispariţie este stagnarea”: interviu cu Ian Tattersall, Muzeul American de Istorie Naturală, New York, 6 mai 2002.

p. 352 Crizele din istoria Pământului sunt invariabil asociate cu salturile dramatice care le urmează: Stanley, Extinction, p. 95; Stevens, The Change in the Weather, p. 12.

p. 353 În permian, cel puţin 95% dintre animalele care apăreau în istoria fosilelor au părăsit scena pentru a nu mai reveni niciodată: Harper’s, „Planet of Weeds”, octombrie 1998, p. 58.

p. 353 „Au dispărut până şi aproximativ o treime dintre speciile de insecte – singura situaţie în care acestea au dispărut în masă: Stevens, The Change in the Weather, p. 12.

p. 353 „A fost cu adevărat o extincţie în masă”: Fortey, Life, p. 235.

p. 353 Estimările referitoare la numărul de specii de animale aflate în viaţă la sfârşitul permianului se întind de la un minim de 45.000 până la un maxim de 240.000: Gould, Hen’s Teeth and Horse’s Toes, p. 340.

p. 354 Pentru indivizi, numărul victimelor ar putea fi mult mai mare – în multe cazuri, până la ultimul: Powell, Night Comes to the Cretaceous, p. 143.

p. 354 Animalele erbivore, inclusiv caii, au fost aproape eliminate în hemphillian: Flannery, The

Eternal Frontier, p. 100.

p. 354 Cel puţin douăzeci de potenţiali vinovaţi au fost identificaţi drept cauze sau factori primi: Earth, „The Mystery of Selective Extinctions”, octombrie 1996, p. 12.

p. 355 „tone de deducţii şi prea puţine dovezi”: New Scientist, „Meltdown”, 7 august 1999.

p. 355 Nu este deloc uşor să ne imaginăm un astfel de impact: Powell, Night Comes to the Cretaceous, p. 19.

p. 356 Meteoritul KT a avut avantajul suplimentar – avantaj dacă erai mamifer: Flannery, The Eternal Frontier, p. 17.

p. 356 „Cum se face că aceste creaturi atât de delicate au reuşit să iasă tefere dintr-un dezastru de asemenea proporţii nemaiîntâlnite”: Flannery, The Eternal Frontier, p. 43.

p. 356 Lucrurile au stat cam la fel şi în mediul marin: Gould, Eight Little Piggies, p. 304.

p. 356 „Cumva nu ne satisface ideea de a le numi pur şi simplu «norocoase»”: Fortey, Life, p. 292.

p. 357 perioada imediat următoare dispariţiei dinozaurilor ar putea fi foarte bine numită Epoca Ţestoaselor: Flannery, The Eternal Frontier, p. 39.

p. 358 „Este foarte posibil ca evoluţia să nu agreeze deloc vidul, dar uneori este nevoie de o vreme îndelungată pentru a-l umple”: Stanley, Extinction, p. 92.

p. 358 Timp îndelungat, poate chiar zece milioane de ani, mamiferele şi-au păstrat cu prudenţă dimensiunile mici: Novacek, Time Traveler, p. 112.

p. 358 O vreme, au existat cobai de dimensiunile unui rinocer şi rinoceri de dimensiunile unei case cu două etaje: Dawkins, The Blind Watchmaker, p. 102.

p. 358 Milioane de ani, o pasăre carnivoră gigantică nezburătoare, numită Titanis, a fost probabil cea mai

feroce creatură din America de Nord: Flannery, The Eternal Frontier, p. 138.

p. 358 construit în 1903 la Pittsburgh şi oferit muzeului de Andrew Carnegie: Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 164.

p. 359 Până foarte de curând, tot ce ştiam despre dinozaurii din această perioadă provenea de la circa trei sute de specimene: Powell, Night Comes to the Cretaceous, pp. 168-169.

p. 359 „Nu avem niciun motiv să credem că dinozaurii se stingeau treptat": BBC Horizon, „Crater of Death", difuzat pentru prima oară în 6 mai 2001.

p. 360 „Oamenii sunt astăzi aici pentru că exact linia noastră de descendenţă nu s-a fracturat niciodată": Gould, Eight Little Piggies, p. 229.

Capitolul 23

Bogăţia existenţei

p. 361 Camera de conservare în alcool conţine, ea singură, peste 20 km de rafturi pline, borcan după borcan, cu animale conservate în alcool metilic: Thackray şi Press, The Natural History Museum, p. 90.

p. 362 la patruzeci şi patru de ani după încheierea expediţiei: Thackray şi Press, The Natural History Museum, p. 74.

p. 363 publicată în 1956 şi prezentă încă pe rafturile a numeroase librării, fiind aproape unica tentativă: Conard, How to Know the Mosses and Liverworts, p. 5.

p. 363 „Adevărata diversitate o întâlneşti la tropice": interviu cu Len Ellis, Muzeul de Istorie Naturală din Londra, 18 aprilie 2002.

p. 366 a cercetat meticulos prin balotul de nutreţ trimis ca hrană pentru animalele de pe navă şi a făcut noi descoperiri: Barber, The Heyday of Natural History: 1820-1870, p. 17.
p. 367 A denumit părţile unei specii de scoici: Gould, Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms, p. 79.
p. 368 „dragostea coboară până şi asupra acestor plante. Masculi şi femele... se prind în jocul nupţial": citat de Gjertsen, The Classics of Science, p. 237, şi pe site-ul University of California/UCMP Berkeley.
p. 368 Linnaeus i-a scurtat codiţele până la Physalis angulata: Kastner, A Species of Eternity, p. 31.
p. 368 Prima ediţie a marii sale lucrări Systema Naturae: Gjertsen, The Classics of Science, p. 223.
p. 369 Historia Generalis Plantarum, în trei volume, a lui John Ray: Durant, The Age of Louis XIV, p. 519.
p. 369 la momentul potrivit pentru a-l transforma pe Linnaeus într-un fel de părinte fondator pentru naturaliştii englezi: Thomas, Man and the Natural World, p. 65.
p. 369 acceptând cu naivitate descrieri din partea unor marinari şi a altor călători cu imaginaţie: Schwartz, Sudden Origins, p. 59.
p. 369 el şi-a dat seama că balenele aparţin, alături de vaci, şoareci şi alte animale terestre cunoscute, ordinului patrupedelor (denumit mai târziu al mamiferelor): Schwartz, Sudden Origins, p. 59.
p. 369 printre denumirile populare regăsim băşina-porcului, ţâţa-vacii: Thomas, Man and the Natural World, pp. 82-85.
p. 371 în vreme ce Edward O. Wilson, în The Diversity of Life (Diversitatea vieţii), plasează numărul la un neaşteptat de consistent optzeci şi nouă: Wilson, The Diversity of Life, p. 157.

p. 372 au fost transferate, în ciuda strigătelor mânioase de protest, în genul Pelargonium: Elliott, The Potting-Shed Papers, p. 18.

p. 373 Estimările se încadrează între trei milioane şi două sute de milioane: Audubon, „Earth's Catalogue", ianuarie-februarie 2002; Wilson, The Diversity of Life, p. 132.

p. 373 până la 97% dintre speciile de plante şi animale ale planetei să nu fi fost încă descoperite: Economist, „A Golden Age of Discovery", 23 decembrie 1996, p. 56.

p. 373 el estimează numărul speciilor cunoscute de toate tipurile – plante, insecte, microbi, alge, totul – la 1,4 milioane: Wilson, The Diversity of Life, p. 133.

p. 373 Alţi specialişti au plasat numărul speciilor cunoscute puţin mai sus, între 1,5 milioane şi 1,8 milioane: US News and World Report, 18 august 1997, p. 78.

p. 373 Groves a avut nevoie de patru decenii pentru a descâlci totul: New Scientist, „Monkey Puzzle", 6 octombrie 2001, p. 54.

p. 374 numai aproximativ 15.000 de specii noi de toate tipurile sunt înregistrate în fiecare an: Wall Street Journal, „Taxonomists Unite to Catalog Every Species, Big and Small", 22 ianuarie 2001.

p. 374 „Nu e o criză a biodiversităţii, este o criză a taxonomiştilor!": interviu cu Koen Maes, National Museum, Nairobi, 2 octombrie 2002.

p. 375 „multe specii sunt descrise prost în publicaţii izolate": Nature, „Challenges for Taxonomy", 2 mai 2002, p. 17.

p. 375 a lansat o agenţie numită Fundaţia Tuturor Speciilor: The Times, „The List of Life on Earth", 30 iulie 2001.

p. 375 salteaua dumneavoastră oferă adăpost la aproape două milioane de acarieni microscopici:

Bodanis, The Secret House, p. 16.
p. 376 ca să-l citām pe cel care chiar a făcut măsurătorile, doctorul John Maunder de la Centrul Britanic de Entomologie Medicală: New Scientist, „Bugs Bite Back", 17 februarie 2001, p. 48.
p. 376 Aceşti acarieni s-au foit probabil în jurul nostru din vremuri imemoriale: Bodanis, The Secret House, p. 15.
p. 376 Probabil că mostra dumneavoastră va conţine de asemenea un milion de tipuri de drojdie: National Geographic, „Bacteria", august 1993, p. 39.
p. 377 „Dacă în două grămăjoare de sol din două localităţi din Norvegia există peste 9.000 de tipuri de microbi, câte altele mai aşteaptă să fie descoperite în alte habitate, radical diferite?": Wilson, The Diversity of Life, p. 144.
p. 377 potrivit unor estimări, ar putea fi până la patru sute de milioane: Tudge, The Variety of Life, p. 8.
p. 377 a descoperit o mie de noi specii de plante cu flori: Wilson, The Diversity of Life, p. 197.
p. 377 În ansamblu, pădurile tropicale umede acoperă numai 6% din suprafaţa Pământului: Wilson, The Diversity of Life, p. 197.
p. 378 „peste trei miliarde şi jumătate de ani de evoluţie": Economist, „Biotech's Secret Garden", 30 mai 1998, p. 75.
p. 378 o bacterie străveche a fost găsită pe zidul unei taverne de la ţară: Fortey, Life, p. 75.
p. 378 au fost identificate circa 500 de specii (deşi alte surse spun 360): Ridley, The Red Queen, p. 54.
p. 378 Dacă adunăm toţi fungii dintr-un hectar obişnuit de păşune: Attenborough, The Private Life of Plants, p. 177.
p. 379 dar se crede că numărul total ar ajunge până la 1,8 milioane: National Geographic, „Fungi", august

2000, p. 60; Leakey şi Lewin, The Sixth Extinction, p. 117.
p. 379 Enorma pasăre nezburătoare din Noua Zeelandă numită takahē: Flannery şi Schouten, A Gap in Nature, p. 2.
p. 379 Locuitorii văii au fost uluiţi să afle că acest cal este considerat o raritate în restul lumii: New York Times, „A Stone-Age Horse Still Roams a Tibetan Plateau”, 12 noiembrie 1995.
p. 379 „crede că megateriul, un fel de leneş gigantic de pământ, care ar putea ajunge la înălţimea unei girafe”: Economist, „A World to Explore”, 23 decembrie 1995, p. 95.
p. 380 Un singur rând de text dintr-un tabel al lui Crampton: Gould, Eight Little Piggies, pp. 32-34.
p. 380 a mers pe jos 4.000 km ca să obţină o colecţie de 300.000 de viespi: Gould, The Flamingo’s Smile, pp. 159-160.

Capitolul 24

Celulele

p. 382 ar trebui să luăm un număr de componente aproximativ egal cu cele care alcătuiesc un avion de linie Boeing 777: New Scientist, 2 decembrie 2000, p. 37.
p. 383 abia dacă pricepem ce fac cel mult 2% dintre ele: Brown, The Energy of Life, p. 83.
p. 383 La început a fost un mister, dar apoi cercetătorii au început să-l găsească peste tot: Brown, The Energy of Life, p. 229.
p. 384 Este transformată în oxid de azot în fluxul sangvin, relaxând muşchii de-a lungul vaselor şi permiţându-i sângelui să circule mai uşor: Alberts et al., Essential Cell Biology, p. 489.

p. 384 Sunteţi posesorii „câtorva sute bune” de tipuri diferite de celule: de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 1, p. 21.
p. 384 Dacă sunteţi un adult de dimensiuni medii, căraţi după dumneavoastră un bagaj de vreo două kilograme şi ceva de piele moartă: Bodanis, The Secret Family, p. 106.
p. 384 Celulele hepatice pot supravieţui ani de zile: de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 1, p. 68.
p. 385 nici măcar o moleculă rătăcită: Bodanis, The Secret Family, p. 81.
p. 385 Hooke a calculat că şase centimetri pătraţi de plută ar conţine 1.259.712.000 de astfel de cămăruţe minuscule: Nuland, How We Live, p. 100.
p. 386 După ce a înştiinţat că a descoperit „animalcule” într-o mostră de supă în 1676: Jardine, Ingenious Pursuits, p. 93.
p. 386 A calculat că existau 8.280.000 de astfel de fiinţe minuscule într-o singură picătură de apă: Thomas, Man and the Natural World, p. 167.
p. 387 A numit micuţele creaturi „homunculi”: Schwartz, Sudden Origins, p. 167.
p. 387 Într-unul din cele mai nereuşite experimente ale sale: Carey (ed.), The Faber Book of Science, p. 28.
p. 387 Abia în 1839 s-a găsit o persoană care să îşi dea seama că absolut toată materia vie este alcătuită din celule: Nuland, How We Live, p. 101.
p. 387 Celula a fost comparată cu nenumărate lucruri: Trefil, 101 Things You Don’t Know About Science and No One Else Does Either, p. 33; Brown, The Energy of Life, p. 78.
p. 388 Însă dacă mărim scara, aceasta se traduce printr-o scuturătură măsurată la douăzeci de milioane de volţi pe metru: Brown, The Energy of Life, p. 87.
p. 388 are o consistenţă „cam ca a unui ulei de motor mai subţire”: Nuland, How We Live, p. 103.

p. 388 se lovesc unele de altele în zbor de până la un miliard de ori pe secundă: Brown, The Energy of Life, p. 80.
p. 389 „lumea moleculară trebuie să rămână în totalitate dincolo de graniţele imaginaţiei noastre”: de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p. 293.
p. 389 tot ajungem la un total minim de o sută de milioane de molecule de proteine în fiecare celulă: Nuland, How We Live, p. 157.
p. 390 Aproape în orice moment, o celulă obişnuită din corpul dumneavoastră deţine circa un miliard de molecule de ATP: Alberts et al., Essential Cell Biology, p. 110.
p. 390 În fiecare zi produceţi şi epuizaţi un volum de ATP echivalent cu circa jumătate din greutatea corpului dumneavoastră: Nature, „Darwin’s Motors”, 2 mai 2002, p. 25.
p. 390 În medie, la oameni apare o transformare malignă fatală la fiecare sută de milioane de miliarde de divizări celulare: Ridley, Genome, p. 237.
p. 392 ceea ce s-a numit „cea mai bună idee de sine stătătoare care i-a venit cuiva vreodată”: Dennett, Darwin’s Dangerous Idea, p. 21.

Capitolul 25

Noţiunea singulară a lui Darwin

p. 393 „Toată lumea este interesată de porumbei”: citat în Boorstin, Cleopatra’s Nose, p. 176.
p. 393 „Nu te interesează decât vânătoarea, câinii şi prinderea şobolanilor”: citat în Boorstin, The Discoverers, p. 467.
p. 394 a asistat la operaţia suferită de un copil pe bună dreptate înspăimântat: Desmond şi Moore, Darwin, p. 27.

p. 394 „la limita nebuniei”: Hamblyn, The Invention of Clouds, p. 199.

p. 395 În cei cinci ani petrecuţi în compania lui Darwin, acesta nu făcuse niciodată vreo aluzie la logodnă: Desmond şi Moore, Darwin, p. 197.

p. 395 care sugera, deloc întâmplător, că atolii nu se pot forma în mai puţin de un milion de ani: Moorehead, Darwin and the Beagle, p. 191.

p. 395 Abia după ce tânărul Darwin s-a întors în Anglia şi a citit Essay on the Principle of Population: Gould, Ever Since Darwin, p. 21.

p. 396 „Ce prost am fost că nu m-am gândit la asta!”: citat în Sunday Telegraph, „The Origin of Darwin’s Genius”, 8 decembrie 2002.

p. 396 John Gould, prietenul său ornitolog: Desmond şi Moore, Darwin, p. 209.

p. 397 şi-a dezvoltat ideile într-o „schiţă” de 230 de pagini: Dictionary of National Biography, vol. 5, p. 526.

p. 397 „Urăsc ciripedele cum nu le-a mai urât cineva vreodată”: citat în Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 239.

p. 398 Unii s-au întrebat chiar dacă nu cumva autorul fusese Darwin însuşi: Barber, The Heyday of Natural History, p. 214.

p. 398 „tot nu ar fi putut scrie un rezumat mai clar”: Dictionary of National Biography, vol. 5, p. 528.

p. 398 „În vara aceasta se împlinesc douăzeci de ani (!) de când am făcut primele însemnări”: Desmond şi Moore, Darwin, pp. 454-455.

p. 399 „atât cât însemna ea, va fi anulată”: Desmond şi Moore, Darwin, p. 469.

p. 399 „tot ce era nou în ele era fals, iar tot ce era adevărat era vechi”: citat în Gribbin şi Cherfas, The First Chimpanzee, p. 150.

p. 400 Mult mai puţin îngăduitor faţă de pretenţia lui Darwin la întâietate s-a dovedit a fi un grădinar scoţian pe nume Patrick Matthew: Gould, The Flamingo's Smile, p. 336.
p. 400 Vorbea despre sine ca fiind „capelanul diavolului": Cadbury, Terrible Lizard, p. 305.
p. 400 echivala cu „mărturisirea unei crime": citat în Desmond şi Moore, Darwin, p. XVI.
p. 401 „Pentru moment, nu avem altă soluţie decât să considerăm situaţia drept inexplicabilă": Gould, Wonderful Life, p. 57.
p. 401 În locul unei explicaţii, el a speculat: Gould, Ever Since Darwin, p. 126.
p. 401 „Darwin merge prea departe": citat în McPhee, In Suspect Terrain, p. 190.
p. 401 Huxley era saltionist: Schwartz, Sudden Origins, pp. 81-82.
p. 402 „Şi în ziua de azi, ochiul îmi dă fiori reci": citat în Keller, The Century of the Gene, p. 97.
p. 402 „Mărturisesc fără ezitare că pare neverosimil până la absurd" ca selecţia naturală să fi putut produce un astfel de instrument în etape succesive: Darwin, On the Origin of Species (ed. facsimil), p. 217.
p. 402 „într-un final, Darwin a pierdut practic toată susţinerea de care se mai bucura în rândurile confraţilor naturalişti şi geologi": Schwartz, Sudden Origins, p. 89.
p. 403 Avea o bibliotecă de 20.000 de volume: Lewontin, It Ain't Necessarily So, p. 91.
p. 405 Iar în ce îl priveşte pe Darwin, se ştie că a studiat influenta lucrare a lui Focke: Ridley, Genome, p. 44.
p. 405 Huxley fusese rugat insistent să participe de către Robert Chambers: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 79.

p. 405 şi-a croit cu îndârjire drum prin două ore chinuitoare de remarci introductive: Clark, The Survival of Charles Darwin, p. 142.
p. 406 Unul dintre experimente consta în a le cânta acestora la pian: Conniff, Spineless Wonders, p. 147.
p. 407 Întrucât se căsătorise cu verişoara sa: Desmond şi Moore, Darwin, p. 575.
p. 407 Darwin a fost adesea omagiat şi premiat în timpul vieţii sale, dar niciodată pentru Originea speciilor: Clark, The Survival of Charles Darwin, p. 148.
p. 407 Teoria lui Darwin a fost cu adevărat acceptată la scară largă abia prin anii 1930 şi 1940: Tattersall şi Schwartz, Extinct Humans, p. 45.
p. 407 părea hotărât să îşi însuşească ideile novatoare ale lui Mendel: Schwartz, Sudden Origins, p. 187.

Capitolul 26

Din ce-i făcută viaţa

p. 410 „în mare, o bază azotată din nucleotidă la o mie": Sulston şi Ferry, The Common Thread, p. 198.
p. 410 Excepţiile sunt globulele roşii din sânge, câteva celule din sistemul imunitar, precum şi ovulele şi spermatozoizii: Woolfson, Life without Genes, p. 12.
p. 411 „ceea ce ne garantează unicitatea în faţa oricărui joc al hazardului": de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p. 314.
p. 411 ar ajunge cât să-l întindem de la Pământ la Lună şi înapoi, nu o dată sau de două ori, ci de multe, foarte multe ori: Dennett, Darwin's Dangerous Idea, p. 151.
p. 411 s-ar putea să aveţi în total până la douăzeci de milioane de kilometri de ADN bine răsucit în interior: Gribbin şi Gribbin, Being Human, p. 8.

p. 411 „printre moleculele cele mai nonreactive, inerte din punct de vedere chimic, din lumea vie”: Lewontin, It Ain’t Necessarily So, p. 142.

p. 411 A fost descoperit încă din, luaţi aminte, 1869: Ridley, Genome, p. 48.

p. 412 ADN-ul nu făcea nimic: Wallace et al., Biology, p. 211.

p. 412 Complexitatea necesară explicării vieţii trebuia să fie dată de proteinele aflate în nucleu, toată lumea era convinsă de acest lucru: de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p. 295.

p. 413 Într-un mic laborator (care, inevitabil de altfel, a devenit cunoscut drept Camera Musculiţelor): Clark, The Survival of Charles Darwin, p. 259.

p. 414 întrebarea „Ce sunt genele – sunt reale sau fictive?” era încă un subiect de dezbatere: Keller, The Century of the Gene, p. 2.

p. 414 astăzi ne aflăm pe o poziţie similară în raport cu procese mentale precum gândirea şi memoria: Wallace et al., Biology, p. 211.

p. 415 Chargaff a sugerat, mai în glumă, mai în serios, că descoperirea lui Avery valora cât două Premii Nobel: Maddox, Rosalind Franklin, p. 327.

p. 415 inclusiv, se spune, făcând lobby pe lângă autorităţi [...] ca Avery să nu primească Premiul Nobel: White, Rivals, p. 251.

p. 415 participant la un program de radio foarte popular numit The Quiz Kids: Judson, The Eighth Day of Creation, p. 46.

p. 416 „Nutream speranţa că gena poate fi desluşită fără să învăţ niciun pic de chimie”: Watson, The Double Helix, p. 21.

p. 416 ale căror rezultate fuseseră obţinute „fortuit”: Jardine, Ingenious Pursuits, p. 356.

p. 417 Într-un portret deloc flatant: Watson, The Double Helix, p. 17.

p. 417 „ofensatoare în mod gratuit”: Jardine, Ingenious Pursuits, p. 354.

p. 418 Spre disperarea şi jena lui Wilkins, după cum ne putem imagina, în vara lui 1952 Franklin a afişat o notiţă batjocoritoare: White, Rivals, p. 257; Maddox, Rosalind Franklin, p. 185.

p. 418 „după toate aparenţele, fără cunoştinţa sau consimţământul ei”: site-ul PBS, „A Science Odyssey”, f.d.

p. 418 Ani mai târziu, Watson a recunoscut că acesta „a fost evenimentul-cheie... care ne-a mobilizat”: citat în Maddox, Rosalind Franklin, p. 317.

p. 419 un articol de nouă sute de cuvinte scris de Watson şi de Crick şi intitulat „O structură pentru acidul nucleic dezoxiribozic”: de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p. 290.

p. 419 A fost menţionată pe scurt în „The News Chronicle” şi complet ignorată de restul lumii: Ridley, Genome, p. 50.

p. 419 Franklin rareori purta şorţ de plumb şi de multe ori se aşeza nepăsătoare în faţa fasciculului: Maddox, Rosalind Franklin, p. 144.

p. 419 „A fost nevoie de mai bine de douăzeci şi cinci de ani pentru ca modelul nostru de ADN să treacă de la a fi oarecum plauzibil la foarte plauzibil”: Crick, What Mad Pursuit, pp. 73-74.

p. 419 în 1968 publicaţia Science îşi permitea deja să includă un articol intitulat „Aşa a fost povestea biologiei moleculare”: Keller, The Century of the Gene, p. 25.

p. 420 În această privinţă, seamănă oarecum cu clapele unui pian, fiecare cântând o singură notă şi nimic altceva: National Geographic, „Secrets of the Gene”, octombrie 1995, p. 55.

p. 420 De exemplu, guanina conţine aceeaşi substanţă care se regăseşte din belşug în guano, îngrăşământul

fosil de la care îşi trage şi numele: Pollack, Signs of Life, pp. 22-23.

p. 422 „că oamenii, în totalitatea lor, nu au nimic în comun şi ar fi la fel de corect”: Discover, „Bad Genes, Good Drugs”, aprilie 2002, p. 54.

p. 422 „există cu unicul şi banalul scop de a se înmulţi”: Ridley, Genome, p. 127.

p. 423 În total, aproape jumătate dintre genele umane – cea mai mare proporţie cunoscută în vreun organism – nu fac absolut nimic, din câte ştim noi: Woolfson, Life without Genes, p. 18.

p. 422 ADN-ul rezidual are şi el o utilizare: National Geographic, „The New Science of Identity”, mai 1992, p. 118.

p. 423 „Imperiile cad, eurile explodează, se scriu mari simfonii, iar dincolo de toate acestea se află un unic instinct care se cere satisfăcut”: Nuland, How We Live, p. 158.

p. 423 Şi iată că două creaturi care nu avuseseră niciun strămoş comun în ultimii cinci sute de milioane de ani: BBC Horizon, „Hopeful Monsters”, prima difuzare în 1998.

p. 424 Cel puţin 90% se corelează la un anumit nivel cu cele ale şoarecilor: Nature, „Sorry, dogs – man’s got a new best friend”, 19-26 decembrie 2002, p. 734.

p. 424 Avem chiar gene identice pentru a produce o coadă, dacă acestea ar fi activate: Los Angeles Times (republicat în Valley News), 9 decembrie 2002.

p. 424 care au fost numite gene homeotice (de la cuvântul grecesc care înseamnă „acelaşi”) sau gene Hox: BBC Horizon, „Hopeful Monsters”, prima difuzare în 1998.

p. 424 Noi avem patruzeci şi şase de cromozomi, dar există ferigi care au mai mult de şase sute: Gribbin şi Cherfas, The First Chimpanzee, p. 53.

p. 424 Peştele dipnoi (peştele cu plămâni), unul dintre cele mai puţin evoluate dintre toate animalele complexe, are de patruzeci de ori mai mult ADN decât noi: Schopf, Cradle of Life, p. 240.
p. 425 Apogeul (sau nadirul) acestei credinţe în biodeterminism l-a reprezentat probabil un studiu publicat de revista Science în 1980: Lewontin, It Ain't Necessarily So, p. 215.
p. 425 De exemplu, viteza cu care creşte barba unui bărbat depinde parţial de cât de mult se gândeşte la sex: Wall Street Journal, „What Distinguishes Us from the Chimps? Actually, Not Much", 12 aprilie 2002, p. 1.
p. 426 „Din nefericire, proteomul este mult mai complicat decât genomul": Scientific American, „Move Over, Human Genome", aprilie 2002, pp. 44-45.
p. 426 În funcţie de dispoziţie şi de circumstanţele metabolice, se vor lăsa fosforilate, glicosilate, acetilate, ubiquitinate: The Bulletin, „The Human Enigma Code", 21 august 2001, p. 32.
p. 426 Un singur pahar de vin băut [...] va modifica fizic numărul şi tipurile de proteine din organismul dumneavoastră: Scientific American, „Move Over, Human Genome", aprilie 2002, pp. 44-45.
p. 427 „Orice este adevărat despre E. coli trebuie să fie adevărat şi pentru elefanţi, numai că într-o măsură mai mare": Nature, „From E. coli to Elephants", 2 mai 2002, p. 22.

Capitolul 27

E vremea gheţurilor

p. 431 La Londra, The Times a publicat o scurtă relatare: Williams, Surviving Galeras, p. 198.

p. 431 Nu s-a mai făcut primăvară şi nici căldura nu a mai venit în vară: Officer şi Page, Tales of the Earth, pp. 3-6.

p. 432 Un naturalist francez pe nume de Luc: Hallam, Great Geological Controversies, p. 89.

p. 432 şi celelalte numeroase indicii care ne semnalau trecerea straturilor de gheaţă: Hallam, Great Geological Controversies, p. 90.

p. 433 Naturalistul Jean de Charpentier povestea cum: Hallam, Great Geological Controversies, p. 90.

p. 433 I-a împrumutat notiţele lui Agassiz: Hallam, Great Geological Controversies, pp. 92-93.

p. 433 Humboldt [...] a făcut observaţia că o descoperire ştiinţifică trece prin trei etape: Ferris, The Whole Shebang, p. 173.

p. 434 În încercarea sa de a înţelege dinamica glaciaţiunilor, a mers peste tot: McPhee, In Suspect Terrain, p. 182.

p. 434 William Hopkins, profesor la Cambridge şi membru de seamă al Societăţii Geologice: Hallam, Great Geological Controversies, p. 98.

p. 436 A început să vadă dovezi ale trecerii gheţarilor practic oriunde îşi întorcea ochii: Hallam, Great Geological Controversies, p. 99.

p. 436 În final, a ajuns să fie convins că, la un moment dat, gheaţa acoperise întregul Pământ: Gould, Time's Arrow, p. 115.

p. 436 În 1873, la moartea sa, Universitatea Harvard a considerat necesar să numească trei profesori pentru a-i lua locul: McPhee, In Suspect Terrain, p. 197.

p. 436 La mai puţin de un deceniu de la moartea sa: McPhee, In Suspect Terrain, p. 197.

p. 437 În următorii douăzeci de ani, chiar şi în perioada vacanţelor: Gribbin şi Gribbin, Ice Age, p. 51.

p. 438 Köppen a decis că rădăcinile glaciaţiunilor trebuie căutate în verile reci, şi nu în iernile aspre: Chorlton, Ice Ages, p. 101.

p. 438 „Nu neapărat cantitatea de zăpadă este cea care conduce la acumularea straturilor de gheaţă, ci faptul că zăpada, oricât de puţină, rămâne acolo”: Schultz, Ice Age Lost, p. 72.

p. 438 „Procesul se autoperpetuează”: McPhee, In Suspect Terrain, p. 205.

p. 438 „ar fi fost foarte greu să găseşti un geolog sau un meteorolog care să considere modelul ceva mai mult decât o curiozitate istorică”: Gribbin şi Gribbin, Ice Age, p. 60.

p. 439 Realitatea este că ne aflăm încă într-o glaciaţiune: Schultz, Ice Age Lost, p. 5.

p. 439 situaţie care s-ar putea dovedi unică în istoria Pământului: Gribbin şi Gribbin, Fire on Earth, p. 147.

p. 439 se pare că am traversat cel puţin şaptesprezece episoade glaciare severe în ultimii circa două milioane şi jumătate de ani: Flannery, The Eternal Frontier, p. 148.

p. 440 ne putem aştepta la încă aproximativ cincizeci de episoade glaciare: McPhee, In Suspect Terrain, p. 4.

p. 440 Până acum 50 de milioane de ani, Pământul nu trecea prin perioade glaciare regulate: Stevens, The Change in the Weather, p. 10.

p. 440 criogen sau superglaciaţiunea: McGuire, A Guide to the End of the World, p. 69.

p. 440 Ne putem imagina că întreaga suprafaţă a planetei era îngheţată bocnă: Valley News (din Washington Post), „The Snowball Theory”, 19 iunie 2000, p. C1.

p. 441 cea mai de temut vreme imaginabilă: transcriere BBC Horizon, „Snowball Earth”, difuzat la 22 februarie 2001, p. 7.

p. 442 eveniment cunoscut în istoria ştiinţei drept Younger Dryas: Stevens, The Change in the Weather, p. 34.
p. 443 „ultimul lucru pe care ţi-l doreşti este să desfăşori asupra lui un experiment vast, imposibil de controlat”: New Yorker, „Ice Memory”, 7 ianuarie 2002, p. 36.
p. 443 Motivul ar fi că o uşoară încălzire ar creşte rata evaporării: Schultz, Ice Age Lost, p. 72.
p. 444 Nu mai puţin curioase sunt câteva tipuri cunoscute de dinozauri târzii: Drury, Stepping Stones, p. 268.
p. 444 În Australia – care la acea vreme avea o orientare mai polară –, retragerea către climate mai calde era imposibilă: Thomas H. Rich, Patricia Vickers-Rich şi Roland Gangloff, „Polar Dinosaurs”, manuscris, f.d.
p. 444 acum au şi mai multă apă din care să se aprovizioneze: Schultz, Ice Age Lost, p. 159.
p. 444 În acest caz, nivelul mării la scară globală ar creşte – şi încă destul de rapid – în medie cu 4,5 până la 6 metri: Ball, H2O, p. 75.
p. 445 „a avut o bună glaciaţiune?”: Flannery, The Eternal Frontier, p. 267.

Capitolul 28

Misteriosul biped

p. 446 Chiar înainte de Crăciunul lui 1887: National Geographic, mai 1997, p. 87.
p. 447 descoperiţi cu puţin timp înainte de muncitorii de la căile ferate, într-o peşteră de lângă stânca numită Cro-Magnon: Tattersall şi Schwartz, Extinct Humans, p. 149.

p. 447 Prima descriere formală: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 173.

p. 447 Aşadar, renumele şi recunoaşterea pentru descoperirea primelor rămăşiţe de oameni străvechi i-au revenit Văii Neander din Germania: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, pp. 3-6.

p. 447 Auzind asta, englezul T.H. Huxley a constatat sec: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 59.

p. 448 Nu s-a apucat să sape el însuşi, ci a folosit cincizeci de puşcăriaşi pe care i-i împrumutase autoritatea olandeză: Gould, Eight Little Piggies, pp. 126-127.

p. 448 Mulţi antropologi cred că el chiar este actual şi că nu are nimic de-a face cu Omul de Java: Walker şi Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 39.

p. 448 Dacă însă este un femur de erectus, nu seamănă cu niciun altul găsit de atunci încoace: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 144.

p. 448 De asemenea, pornind numai de la o bucăţică de craniu şi de la un dinte, el a produs un model complet de craniu, care s-a dovedit la rândul său aproape incredibil de exact: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 154.

p. 449 Spre disperarea lui Dubois, Schwalbe a produs, pornind de la mulaj, o monografie: Walker şi Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 42.

p. 449 Dart şi-a dat seama imediat că acel craniu din Taung nu aparţinea unui Homo erectus: Walker şi Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 74.

p. 450 îi îngropa uneori în curtea din spatele casei sale, ca să-i dezgroape mai târziu pentru cercetări: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 233.

p. 450 Dart şi-a petrecut cinci ani lucrând la o monografie, dar nu a găsit pe nimeni care să i-o publice: Lewin, Bones of Contention, p. 82.

p. 450 Ani de-a rândul, craniul [...] a stat pe biroul unui coleg, ca prespapier: Walker şi Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 93.
p. 450 a descoperit un unic molar fosilizat şi, exclusiv pe baza lui, a anunţat cu o strălucită intuiţie descoperirea lui Sinanthropus pekinensis: Swisher et al., Java Man, p. 75.
p. 451 ca să descopere apoi cu oroare că aceştia spărseseră cu un entuziasm debordant bucăţile mari în unele mai mici: Swisher et al., Java Man, p. 77.
p. 451 Oamenii de Ngandong au fost cunoscuţi sub diverse nume: Homo soloensis, Homo primigenius asiaticus: Swisher et al., Java Man, p. 211.
p. 451 F. Clark Howell de la Universitatea din Chicago, la sugestiile lui Ernst Mayr şi ale altora din deceniul precedent, a propus în 1960: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, pp. 267-268.
p. 452 deducţiile noastre despre preistoria umană se bazează pe rămăşiţele, de multe ori excesiv de fragmentate, a mai puţin de cinci mii de indivizi: Washington Post, „Skull Raises Doubts about our Ancestry”, 22 martie 2001.
p. 452 „Ar încăpea totul într-o camionetă, dacă nu te deranjează un pic de înghesuială”: interviu cu Ian Tattersall, American Museum of Natural History, New York, 6 mai 2002.
p. 453 ar trebui să ajungem la concluzia că uneltele de mână timpurii au fost făcute de cele mai multe ori de antilope: Walker şi Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 66.
p. 453 ele indică ritmuri şi direcţii de evoluţie diferite pentru bărbaţi şi femei: Walker şi Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 194.
p. 453 o tratează ca pe un fel de „specie coş de gunoi”: Tattersall şi Schwartz, Extinct Humans, p. 111.

p. 454 „Este remarcabil cât de des se întâmplă ca primele interpretări ale unor dovezi noi să confirme prejudecăţile descoperitorului”: Gribbin şi Cherfas, The First Chimpanzee, p. 60.

p. 454 „Dintre toate disciplinele ştiinţifice, paleoantropologia beneficiază probabil de cele mai umflate orgolii”: Swisher et al., Java Man, p. 17.

p. 454 În prima parte, circa 99,99999% din istoria noastră ca organisme, am aparţinut aceleiaşi linii ancestrale cu cimpanzeii: Tattersall, The Human Odyssey, p. 60.

p. 455 „Este cel mai străvechi strămoş al nostru, veriga lipsă dintre maimuţă şi om”: PBS Nova, „In Search of Human Origins”, prima difuzare în august 1999.

p. 455 Johanson a răspuns senin că a scăzut cele 106 oase ale mâinilor şi picioarelor: Walker şi Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 147.

p. 457 „Sistemul locomotor al lui Lucy şi al celor din neamul ei nu semăna în niciun fel cu cel al omului modern”: Tattersall, The Monkey in the Mirror, p. 88.

p. 457 „Aceşti hominizi nu erau obligaţi să folosească mersul biped decât atunci când erau nevoiţi să călătorească între două habitate arboricole”: Tattersall şi Schwartz, Extinct Humans, p. 111.

p. 457 „Lucy are şoldurile şi structura musculară a pelvisului de aşa natură”: National Geographic, „Face-to-Face with Lucy’s Family”, martie 1996, p. 114.

p. 457 Unul, găsit de Meave Leakey, aparţinând faimoasei familii de vânători de fosile, la Lacul Turkana, în Kenya: New Scientist, 24 martie 2001, p. 5.

p. 457 a devenit cel mai vechi hominid găsit vreodată – dar numai pentru scurtă vreme: Nature, „Return to the Planet of the Apes”, 12 iulie 2001, p. 131.

p. 457 În vara lui 2002, o echipă franceză care lucra în deşertul Djurab din Ciad [...] a descoperit un hominid de aproape şapte milioane de ani vechime: Scientific American, „An Ancestor to Call our Own”, ianuarie 2003, pp. 54-63.

p. 458 Unii critici consideră că nu este un om, ci o maimuţă timpurie: Nature, „Face to Face with Our Past”, 19-26 decembrie 2002, p. 735.

p. 458 dar când eşti un australopitec mic şi vulnerabil cu un creier cam de mărimea unei portocale, riscul trebuie să fi fost enorm: Stevens, The Change in the Weather, p. 3; Drury, Stepping Stones, pp. 335-336.

p. 458 „cât pădurea i-a părăsit pe ei”: Gribbin şi Gribbin, Being Human, p. 135.

p. 458 Dimensiunile absolute ale creierului: Gould, Ever Since Darwin, pp. 181-183.

p. 459 Vreme de peste trei milioane de ani, Lucy şi tovarăşii ei australopiteci aproape că nu s-au schimbat: PBS Nova, „In Search of Human Origins”, prima difuzare în august 1999.

p. 459 şi totuşi australopitecii nu s-au folosit niciodată de această tehnologie utilă, care se găsea peste tot în jurul lor: Drury, Stepping Stones, p. 338.

p. 459 „Poate că i-am mâncat noi”, sugerează Matt Ridley: Ridley, Genome, p. 33.

p. 460 ele constituie numai 2% din masa corpului, dar devorează 20% din energia lui: Drury, Stepping Stones, p. 345.

p. 460 „Corpul este într-un pericol permanent să fie spoliat de substanţe nutritive de un creier lacom”: Brown, The Energy of Life, p. 216.

p. 460 C. Loring Brace ţine cu dinţii de conceptul de evoluţie liniară: Gould, Leonardo’s Mountain of Clams and the Diet of Worms, p. 204.

p. 461 Homo erectus reprezintă linia de demarcaţie: Swisher et al., Java Man, p. 131.

p. 462 Aparţinea unui băiat cu vârsta cuprinsă între nouă şi doisprezece ani, care murise acum 1,54 de milioane de ani: National Geographic, mai 1997, p. 90.
p. 462 Băiatul din Turkana era, „fără îndoială, unul de-ai noştri”: Tattersall, The Monkey in the Mirror, p. 132.
p. 462 Cineva avusese grijă de ea: Walker şi Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 165.
p. 462 Avea un spirit de aventură nemaiîntâlnit şi s-a răspândit pe glob cu o rapiditate care acum ni se pare uimitoare: Scientific American, „Food for Thought”, decembrie 2002, pp. 108-115.

Capitolul 29

Maimuţa neliniştită

p. 464 „Au făcut cu miile”: interviu cu Ian Tattersall, American Museum of Natural History, New York, 6 mai 2002.
p. 466 „ca oamenii să fi sosit aici cu peste 60.000 de ani în urmă”: Proceedings of the National Academy of Sciences, 16 ianuarie 2001.
p. 466 „Sunt prea multe lucruri pe care nu le ştim despre migraţia oamenilor de dinainte de istoria scrisă”: interviu cu Alan Thorne, Canberra, 20 august 2001.
p. 468 „că evenimentul major cel mai recent din evoluţia umanităţii – însăşi apariţia speciei noastre – este probabil cel mai misterios dintre toate”: Tattersall, The Human Odyssey, p. 150.
p. 468 „dacă vreunul dintre aceştia, sau poate toţi, reprezintă specia noastră încă mai aşteaptă un răspuns definitiv”: Tattersall şi Schwartz, Extinct Humans, p. 226.

p. 468 „ciudaţi, greu de clasificat şi prea puţin cunoscuţi”: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 412.
p. 468 Nu s-au găsit niciodată rămăşiţe de neandertalieni în nordul Africii, dar peste tot în regiune s-au descoperit seturi de unelte aparţinând acestora: Tattersall şi Schwartz, Extinct Humans, p. 209.
p. 469 cunoscut în paleoclimatologie drept intervalul Boutellier: Fagan, The Great Journey, p. 105.
p. 469 Au supravieţuit cel puţin 100.000 de ani, şi poate de două ori pe atât: Tattersall şi Schwartz, Extinct Humans, p. 204.
p. 469 În 1947, în timpul unor cercetări pe teren în Sahara: Trinkaus şi Shipman, The Neandertals, p. 300.
p. 470 Încă este larg răspândită convingerea că oamenii de Neandertal erau lipsiţi de inteligenţa sau de trăsăturile necesare pentru a concura de la egal la egal cu nou-veniţii pe continent, mai delicaţi şi mai iuţi la minte, Homo sapiens: Nature, „Those Elusive Neanderthals”, 25 octombrie 2001, p. 791.
p. 470 „Oamenii moderni au neutralizat acest avantaj [...] cu ajutorul hainelor, focurilor şi adăposturilor mai bune”: Stevens, The Change in the Weather, p. 30.
p. 470 1,8 l la oamenii de Neandertal faţă de 1,4 l la oamenii moderni: Flannery, The Future Eaters, p. 301.
p. 471 „omul de Rhodesia... a trăit până acum 25.000 de ani şi se prea poate să fi fost un strămoş al negrilor africani”: Canby, The Epic of Man, nr. paginii neprecizat.
p. 472 „nu vezi că partea din faţă arată a măgar, iar cea din spate a cal”: Science, „What – or Who – Did In the Neandertals?”, 14 septembrie 2001, p. 1981.
p. 473 că „toţi oamenii din prezent sunt descendenţi ai acelei populaţii”: Swisher et al., Java Man, p. 189.

p. 473 Apoi însă, cercetătorii au început să analizeze datele mai atent: Scientific American, „Is Out of Africa Going Out the Door?”, august 1999.
p. 473 în 1997, cercetătorii de la Universitatea din München au reuşit să extragă şi să analizeze o cantitate de ADN din osul braţului unui om de Neandertal autentic: Proceedings of the National Academy of Sciences, „Ancient DNA and the Origin of Modern Humans”, 16 ianuarie 2001.
p. 474 sugera că toţi oamenii moderni au apărut din Africa undeva în ultima sută de mii de ani şi au provenit dintr-o bază de reproducere de nu mai mult de 10.000 de indivizi: Nature, „A Start for Population Genomics”, 7 decembrie 2000, p. 65; Natural History, „What’s New in Prehistory”, mai 2000, pp. 90-91.
p. 474 „regăsim o mai mare diversitate într-un singur grup social de 55 de cimpanzei decât în întreaga populaţie umană”: Science, „A Glimpse of Humans’ First Journey out of Africa”, 12 mai 2000, p. 950.
p. 474 La începutul lui 2001, Thorne şi colegii săi de la Australian National University au relatat că au recuperat ADN de la cel mai vechi dintre specimenele Mungo: Proceedings of the National Academy of Sciences, „Mitochondrial DNA sequences in Ancient Australians: Implications for Modern Human Origins”, 16 ianuarie 2001.
p. 475 „În ansamblu [...] genetica susţine ipoteza provenienţei africane”: interviu cu Rosalind Harding, Institute of Biological Anthropology, Oxford, 28 februarie 2002.
p. 477 relata că un paleontolog, întrebat de un coleg dacă credea că un craniu vechi era lăcuit sau nu, îl linsese pe creştet şi apoi răspunsese că da: Nature, 27 septembrie 2001, p. 359.
p. 478 cunoscându-mi interesul pentru originile oamenilor în vederea scrierii acestei cărţi, au inclus în

program o vizită la Olorgesailie: ca să fim foarte exacţi, numele este scris frecvent şi Olorgasailie, inclusiv în unele documente oficiale kenyene. Eu însumi am folosit această ortografie într-o cărţulie pe care am scris-o pentru CARE despre această vizită. Acum Ian Tattersall îmi spune că ortografia corectă este cu „e” la mijlocul cuvântului.

Capitolul 30

La revedere

p. 481 „călători neavizaţi, trei sau patru picturi în ulei şi câteva fragmente de oase disparate”: Gould, Leonardo’s Mountain of Clams and the Diet of Worms, p. 237.
p. 482 Australia a pierdut nu mai puţin de 95% dintre ele: Flannery şi Schouten, A Gap in Nature, p. xv.
p. 482 „Vânarea animalelor periculoase în număr mai mare decât este absolut necesar nu aduce niciun beneficiu material – până la urmă, câte fripturi de mamut poţi mânca?”: New Scientist, „Mammoth Mystery”, 5 mai 2001, p. 34.
p. 482 au supravieţuit doar patru tipuri de animale de uscat cu adevărat mari: Flannery, The Eternal Frontier, p. 195.
p. 483 dispariţiile provocate de om ar putea să se ridice în prezent la un nivel de o sută douăzeci de mii de ori mai mare: Leakey şi Lewin, The Sixth Extinction, p. 241.
p. 484 A pornit pe dată către insulă, dar, până să ajungă el acolo, pisica le omorâse pe toate: Flannery, The Future Eaters, pp. 62-63.
p. 485 „La fiecare descărcare a puştii”: citat în Matthiessen, Wildlife in America, pp. 114-115.

p. 485 Grădina zoologică a pierdut-o: Flannery şi Schouten, A Gap in Nature, p. 125.
p. 486 Hugh Cuming, care a devenit atât de obsedat de acumularea de obiecte, încât a construit o imensă navă oceanică şi a angajat un echipaj care să navigheze permanent prin lume adunând tot ce putea găsi: Desmond şi Moore, Darwin, p. 342.
p. 486 Graţie milioanelor de ani de izolare, în Hawaii: National Geographic, „On the Brink: Hawaii's Vanishing Species", septembrie 1995, pp. 2-37.
p. 486 Marea cinteză de koa, un membru inofensiv din familia Coerebidae: Flannery şi Schouten, A Gap in Nature, p. 84.
p. 486 o pasăre de o raritate sublimă, din care a fost văzut un singur exemplar: Flannery şi Schouten, A Gap in Nature, p. 76.
p. 488 Până la începutul anilor 1990, el mărise cifra până la şase sute pe săptămână: Easterbrook, A Moment on the Earth, p. 558.
p. 488 aproape sigur cifrele reprezentau nişte subestimări: Washington Post, în Valley News, 27 noiembrie 1995, „Report Finds Growing Biodiversity Threat".
p. 488 „O planetă, un experiment": Wilson, Diversity of Life, p. 182.

** Numărul paginilor se referă la ediţia tipărită a cărţii şi la ediţia digitală în format PDF.*

Bibliografie

Aczel, Amir D., God's Equation: Einstein, Relativity, and the Expanding Universe, Piatkus Books, Londra, 2002.
Alberts, Bruce, Dennis Bray, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts şi Peter Walter, Essential Cell Biology: An Introduction to the Molecular Biology of the Cell, Garland Publishing, New York şi Londra, 1998.
Allen, Oliver E., Atmosphere, Time-Life Books, Alexandria, Va., 1983.
Alvarez, Walter, T. Rex and the Crater of Doom, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997.
Annan, Noel, The Dons: Mentors, Eccentrics and Geniuses, HarperCollins, Londra, 2000.
Ashcroft, Frances, Life at the Extremes: The Science of Survival, HarperCollins, Londra, 2000.
Asimov, Isaac, The History of Physics, Walker & Co., New York, 1966.
Asimov, Isaac, Exploring the Earth and the Cosmos: The Growth and Future of Human Knowledge, Penguin Books, Londra, 1984.
Asimov, Isaac, Atom: Journey Across the Subatomic Cosmos, Truman Talley/Dutton, New York, 1991.
Atkins, P.W., The Second Law, Scientific American, New York, 1984.
Atkins, P.W., Molecules, Scientific American, New York, 1987.
Atkins, P.W., The Periodic Kingdom, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 1995.
Attenborough, David, Life on Earth: A Natural History, Collins, Londra, 1979.
Attenborough, David, The Living Planet: A Portrait of the Earth, Collins, Londra, 1984.

Attenborough, David, The Private Life of Plants: A Natural History of Plant Behaviour, BBC Books, Londra, 1984.
Baeyer, Hans Christian von, Taming the Atom: The Emergence of the Visible Microworld, Viking, Londra, 1993.
Bakker, Robert T., The Dinosaur Heresies: New Theories Unlocking the Mystery of the Dinosaurs and their Extinction, William Morrow, New York, 1986.
Ball, Philip, H2O: A Biography of Water, Phoenix/Orion, Londra, 1999.
Ballard, Robert D., The Eternal Darkness: A Personal History of Deep-Sea Exploration, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2000.
Barber, Lynn, The Heyday of Natural History: 1820-1870, Jonathan Cape, Londra, 1980.
Barry, Roger G., şi Richard J. Chorley, Atmosphere, Weather and Climate, ediţia a VII-a, Routledge, Londra, 1998.
Biddle, Wayne, A Field Guide to the Invisible, Henry Holt, New York, 1998.
Bodanis, David, The Body Book, Little, Brown, Londra, 1984.
Bodanis, David, The Secret House: Twenty-Four Hours in the Strange and Unexpected World in Which We Spend our Nights and Days, Simon & Schuster, New York, 1984.
Bodanis, David, The Secret Family: Twenty-Four Hours Inside the Mysterious World of our Minds and Bodies, Simon & Schuster, New York, 1997.
Bodanis, David, E = mc2: A Biography of the World's Most Famous Equation, Macmillan, Londra, 2000.
Bolles, Edmund Blair, The Ice Finders: How a Poet, a Professor and a Politician Discovered the Ice Age, Counterpoint/Perseus, Washington, DC, 1999.

Boorse, Henry A., Lloyd Motz şi Jefferson Hane Weaver, The Atomic Scientists: A Biographical History, John Wiley & Sons, New York, 1989.
Boorstin, Daniel J., The Discoverers, Penguin Books, Londra, 1986.
Boorstin, Daniel J., Cleopatra's Nose: Essays on the Unexpected, Random House, New York, 1994.
Bracegirdle, Brian, A History of Microtechnique: The Evolution of the Microtome and the Development of Tissue Preparation, Heinemann, Londra, 1978.
Breen, Michael, The Koreans: Who They Are, What They Want, Where Their Future Lies, Texere, Londra, 1998.
Broad, William J., The Universe Below: Discovering the Secrets of the Deep Sea, Simon & Schuster, New York, 1997.
Brock, William H., The Norton History of Chemistry, W.W. Norton, Londra, 1993.
Brockman, John, şi Katinka Matson (eds.), How Things Are: A Science Tool-Kit for the Mind, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 1995.
Brookes, Martin, Fly: The Unsung Hero of Twentieth-Century Science, Phoenix, Londra, 2002.
Brown, Guy, The Energy of Life, Flamingo/HarperCollins, Londra, 2000.
Browne, Janet, Charles Darwin: A Biography, vol. 1, Jonathan Cape, Londra, 1995.
Burenhult, Göran (ed.), The First Americans: Human Origins and History to 10,000 BC, HarperCollins, Londra, 1993.
Cadbury, Deborah, Terrible Lizard: The First Dinosaur Hunters and the Birth of a New Science, Henry Holt, New York, 2000.
Calder, Nigel, Einstein's Universe, BBC Books, Londra, 1979.

Calder, Nigel, The Comet Is Coming! The Feverish Legacy of Mr Halley, BBC Books, Londra, 1980.
Canby, Courtlandt (ed.), The Epic of Man, Time/Life, New York, 1961.
Carey, John (ed.), The Faber Book of Science, Faber, Londra, 1995.
Chorlton, Windsor, Ice Age, Time-Life Books, New York, 1983.
Christianson, Gale E., In the Presence of the Creator: Isaac Newton and his Times, Free Press/MacMillan, New York, 1984.
Christianson, Gale E., Edwin Hubble: Mariner of the Nebulae, Institute of Physics Publishing, Bristol, Anglia, 1995.
Clark, Ronald W., The Huxleys, Heinemann, Londra, 1968.
Clark, Ronald W., The Survival of Charles Darwin: A Biography of a Man and an Idea, Daedalus Books, Londra, 1985.
Clark, Ronald W., Einstein: The Life and Times, HarperCollins, Londra, 1971.
Coe, Michael, Dean Snow şi Elizabeth Benson, Atlas of Ancient America, Equinox/Facts on File, New York, 1986.
Colbert, Edwin H., The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, Dover Publications, New York, 1984.
Cole, K.C., First You Build a Cloud: And Other Reflections on Physics as a Way of Life, Harvest/Harcourt Brace, San Diego, 1999.
Conard, Henry S., How to Know the Mosses and Liverworts, William C. Brown Co., Dubuque, Iowa, 1956.
Conniff, Richard, Spineless Wonders: Strange Tales from the Invertebrate World, Henry Holt, Londra şi New York, 1996.

Corfield, Richard, Architects of Eternity: The New Science of Fossils, Headline, Londra, 2001.
Coveney, Peter, şi Roger Highfield, The Arrow of Time: The Quest to Solve Science's Greatest Mystery, Flamingo, Londra, 1991.
Cowles, Virginia, The Rothschilds: A Family of Fortune, Futura, Londra, 1975.
Crick, Francis, Life Itself: Its Origin and Nature, Macdonald, Londra, 1982.
Crick, Francis, What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery, Penguin Press, Londra, 1990.
Cropper, William H., Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking, Oxford University Press, Oxford, 2002.
Crowther, J.G., Scientists of the Industrial Revolution, Cresset, Londra, 1962.
Darwin, Charles, On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life (ed. facsimil), AMSPR, Londra, 1972.
Davies, Paul, The Fifth Miracle: The Search for the Origin of Life, Penguin Books, Londra, 1999.
Dawkins, Richard, The Blind Watchmaker, Penguin Books, Londra, 1988.
Dawkins, Richard, River Out of Eden: A Darwinian View of Life, Phoenix, Londra, 1996.
Dawkins, Richard, Climbing Mount Improbable, Viking, Londra, 1996.
Dean, Dennis R., James Hutton and the History of Geology, Cornell University Press, Ithaca, NY, 1992.
de Duve, Christian, A Guided Tour of the Living Cell, 2 vol., Scientific American/Rockefeller University Press, New York, 1984.
Dennett, Daniel C., Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life, Penguin, Londra, 1996.

Dennis, Jerry, The Bird in the Waterfall: A Natural History of Oceans, Rivers and Lakes, HarperCollins, Londra şi New York, 1996.
Desmond, Adrian, şi James Moore, Darwin, Penguin Books, Londra, 1992.
Dewar, Elaine, Bones: Discovering the First Americans, Random House Canada, Toronto, 2001.
Diamond, Jared, Guns, Germs and Steel: The Fates of Human Societies, Norton, New York, 1997.
Dickinson, Matt, The Other Side of Everest: Climbing the North Face through the Killer Storm, Times Books, New York, 1997.
Drury, Stephen, Stepping Stones: The Making of our Home World, Oxford University Press, Oxford, 1999.
Durant, Will şi Ariel, The Age of Louis XIV, Simon & Schuster, New York, 1963.
Dyson, Freeman, Disturbing the Universe, Harper & Row, Londra şi New York, 1979.
Easterbrook, Gregg, A Moment on the Earth: The Coming Age of Environmental Optimism, Penguin, Londra, 1995.
Ebbing, Darrell D., General Chemistry, Houghton Mifflin, Boston, 1996.
Elliott, Charles, The Potting-Shed Papers: On Gardens, Gardeners and Garden History, Lyons Press, Guilford, Conn., 2001.
Engel, Leonard, The Sea, Time-Life Books, New York, 1969.
Erickson, Jon, Plate Tectonics: Unravelling the Mysteries of the Earth, Facts on File, Londra şi New York, 1992.
Fagan, Brian M., The Great Journey: The Peopling of Ancient America, Thames & Hudson, Londra, 1987.
Fell, Barry, America B.C.: Ancient Settlers in the New World, Random House, Londra, 1976.

Fell, Barry, Bronze Age America, Little, Brown, Londra şi Boston, 1982.
Ferguson, Kitty, Measuring the Universe: The Historical Quest to Quantify Space, Headline, Londra, 1999.
Ferris, Timothy, The Mind's Sky: Human Intelligence in a Cosmic Context, Bantam Books, New York, 1992.
Ferris, Timothy, The Whole Shebang: A State of the Universe(s) Report, Phoenix, Londra, 1998.
Ferris, Timothy, Seeing in the Dark: How Backyard Stargazers Are Probing Deep Space and Guarding Earth from Interplanetary Peril, Simon & Schuster, New York, 2002.
Ferris, Timothy, Coming of Age in the Milky Way, HarperCollins, Londra, 2003.
Feynman, Richard P., Six Easy Pieces, Penguin Books, Londra, 1998.
Fisher, Richard V., Grant Heiken şi Jeffrey B. Hulen, Volcanoes: Crucibles of Change, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997.
Flannery, Timothy, The Future Eaters: An Ecological History of the Australasian Lands and People, W.W. Norton, Londra, 1995.
Flannery, Timothy, The Eternal Frontier: An Ecological History of North America and its Peoples, Heinemann, Londra, 2001.
Flannery, Timothy, şi Peter Schouten, A Gap in Nature: Discovering the World's Extinct Animals, Heinemann, Londra, 2001.
Fortey, Richard, Life: An Unauthorised Biography, Flamingo/HarperCollins, Londra, 1998.
Fortey, Richard, Trilobite! Eyewitness to Evolution, HarperCollins, Londra, 2000.
Frayn, Michael, Copenhagen, Methuen, Londra, 1998; Anchor Books, New York, 2000.

Gamow, George, şi Russell Stannard, The New World of Mr Tompkins, Cambridge University Press, Cambridge, 2001.
Gawande, Atul, Complications: A Surgeon’s Notes on an Imperfect Science, Metropolitan Books/Henry Holt, New York, 2002.
Giancola, Douglas C., Physics: Principles with Applications, Prentice-Hall, Londra, 1997.
Gjertsen, Derek, The Classics of Science: A Study of Twelve Enduring Scientific Works, Lilian Barber Press, New York, 1984.
Godfrey, Laurie R. (ed.), Scientists Confront Creationism, W.W. Norton, New York, 1983.
Goldsmith, Donald, The Astronomers, St. Martin’s Press, New York, 1991.
„Gordon, Mrs”, The Life and Correspondence of William Buckland, D.D., F.R.S., John Murray, Londra, 1894.
Gould, Stephen Jay, Ever since Darwin: Reflections in Natural History, Deutsch, Londra, 1978.
Gould, Stephen Jay, The Panda’s Thumb: More Reflections in Natural History, W.W. Norton, Londra şi New York, 1980.
Gould, Stephen Jay, Hen’s Teeth and Horse’s Toes, Penguin Books, Londra, 1984.
Gould, Stephen Jay, The Flamingo’s Smile: Reflections in Natural History, W.W. Norton, New York, 1985.
Gould, Stephen Jay, Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History, Hutchinson Radius, Londra, 1990.
Gould, Stephen Jay, Bully for Brontosaurus: Reflections in Natural History, Hutchinson Radius, Londra, 1991.
Gould, Stephen Jay, Time’s Arrow, Time’s Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1987.

Gould, Stephen Jay (ed.), The Book of Life, Ebury, Londra, 1993.
Gould, Stephen Jay, Eight Little Piggies: Reflections in Natural History, Penguin, Londra, 1994.
Gould, Stephen Jay, Dinosaur in a Haystack: Reflections in Natural History, Jonathan Cape, Londra, 1996.
Gould, Stephen Jay, Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms: Essays on Natural History, Jonathan Cape, Londra, 1998.
Gould, Stephen Jay, The Lying Stones of Marrakech: Penultimate Reflections in Natural History, Jonathan Cape, Londra, 2000.
Green, Bill, Water, Ice and Stone: Science and Memory on the Antarctic Lakes, Harmony Books, New York, 1995.
Gribbin, John, In the Beginning: The Birth of the Living Universe, Penguin, Londra, 1994.
Gribbin, John, Almost Everyone's Guide to Science: The Universe, Life and Everything, Phoenix, Londra, 1998.
Gribbin, John şi Mary, Being Human: Putting People in an Evolutionary Perspective, Phoenix/Orion, Londra, 1993.
Gribbin, John, Fire on Earth: Doomsday, Dinosaurs and Humankind, St. Martin's Press, New York, 1996.
Gribbin, John, Ice Age, Allen Lane, Londra, 2001.
Gribbin, John, şi Jeremy Cherfas, The First Chimpanzee: In Search of Human Origins, Penguin Books, Londra, 2001.
Grinspoon, David Harry, Venus Revealed: A New Look Below the Clouds of our Mysterious Twin Planet, Helix/Addison-Wesley, Reading, Mass., 1997.
Guth, Alan, The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins, Jonathan Cape, Londra, 1997.

Haldane, J.B.S., Adventures of a Biologist, Harper & Brothers, New York, 1937.
Haldane, J.B.S., What is Life?, Boni & Gaer, New York, 1947.
Hallam, A., Great Geological Controversies, ediţia a II-a, Oxford University Press, Oxford, 1989.
Hamblyn, Richard, The Invention of Clouds: How an Amateur Meteorologist Forged the Language of the Skies, Picador, Londra, 2001.
Hamilton-Paterson, James, The Great Deep: The Sea and its Thresholds, Random House, Londra, 1992.
Hapgood, Charles H., Earth's Shifting Crust: A Key to Some Basic Problems of Earth Science, Pantheon Books, New York, 1958.
Harrington, John W., Dance of the Continents: Adventures with Rocks and Time, J.P. Tarcher, Inc., Los Angeles, 1983.
Harrison, Edward, Darkness at Night: A Riddle of the Universe, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1987.
Hartmann, William K., The History of Earth: An Illustrated Chronicle of an Evolving Planet, Workman Publishing, Londra, 1991.
Hawking, Stephen, A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes, Bantam Books, Londra, 1988.
Hawking, Stephen, The Universe in a Nutshell, Bantam Press, Londra, 2001.
Hazen, Rombert M., şi James Trefil, Science Matters: Achieving Scientific Literacy, Doubleday, New York, 1991.
Heiserman, David L., Exploring Chemical Elements and their Compounds, TAB Books/McGraw Hill, Blue Ridge Summit, Pa., 1992.
Hitchcock, A.S., Manual of the Grasses of the United States, ediţia a II-a, Peter Smith, Londra, 1971.

Holmes, Hannah, The Secret Life of Dust, John Wiley & Sons, Londra, 2001.
Holmyard, E.J., Makers of Chemistry, Clarendon Press, Oxford, 1931.
Horwitz, Tony, Blue Latitudes: Boldly Going Where Captain Cook Has Gone Before, Bloomsbury, Londra, 2002.
Hough, Richard, Captain James Cook, Coronet, Londra, 1995.
Jardine, Lisa, Ingenious Pursuits: Building the Scientific Revolution, Little, Brown, Londra, 1999.
Johanson, Donald, şi Blake Edgar, From Lucy to Language, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 2001.
Jolly, Alison, Lucy's Legacy: Sex and Intelligence in Human Evolution, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1999.
Jones, Steve, Almost Like a Whale: The Origin of Species Updated, Doubleday, Londra, 1999.
Judson, Horace Freeland, The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology, Penguin, Londra, 1995.
Junger, Sebastian, The Perfect Storm: A True Story of Men Against the Sea, Fourth Dimension, Londra, 1997.
Jungnickel, Christa, şi Russell McCormmach, Cavendish: The Experimental Life, Bucknell Press, Bucknell, Pa., 1999.
Kaku, Michio, Hyperspace: A Scientific Odyssey through Parallel Universes, Time Warps, and the Tenth Dimension, Oxford University Press, Oxford, 1999.
Kastner, Joseph, A Species of Eternity, Knopf, New York, 1977.
Keller, Evelyn Fox, The Century of the Gene, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 2000.

Kemp, Peter, The Oxford Companion to Ships and the Sea, Oxford University Press, Londra, 1979.
Kevles, Daniel J., The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America, Random House, Londra, 1978.
Kitcher, Philip, Abusing Science: The Case against Creationism, MIT Press, Cambridge, Mass., 1982.
Kolata, Gina, Flu: The Story of the Great Influenza Pandemic of 1918 and the Search for the Virus that Caused It, Pan, Londra, 2001.
Krebs, Robert E., The History and Use of our Earth's Chemical Elements, Greenwood, Westport, Conn., 1998.
Kunzig, Robert, The Restless Sea: Exploring the World Beneath the Waves, W.W. Norton, New York, 1999.
Kurlansky, Mark, Cod: A Biography of the Fish That Changed the World, Vintage, Londra, 1999.
Leakey, Richard, The Origin of Humankind, Phoenix, Londra, 1995.
Leakey, Richard, şi Roger Lewin, Origins, E.P. Dutton, New York, 1977.
Leakey, Richard, The Sixth Extinction: Biodiversity and Its Survival, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 1996.
Leicester, Henry M., The Historical Background of Chemistry, Dover, New York, 1971.
Lemmon, Kenneth, The Golden Age of Plant Hunters, Phoenix House, Londra, 1968.
Lewin, Roger, Bones of Contention: Controversies in the Search for Human Origins, ediţia a II-a, University of Chicago Press, Chicago, 1997.
Lewis, Cherry, The Dating Game: One Man's Search for the Age of the Earth, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
Lewis, John S., Rain of Iron and Ice: The Very Real Threat of Comet and Asteroid Bombardment, Addison-

Wesley, Reading, Mass., 1996.
Lewontin, Richard, It Ain't Necessarily So: The Dream of the Human Genome and Other Illusions, Granta, Londra, 2001.
Little, Charles E., The Dying of the Trees: The Pandemic in America's Forests, Viking, New York, 1995.
Lynch, John, The Weather, Firefly Books, Toronto, 2002.
McGhee, Jr, George R., The Late Devonian Mass Extinction: The Frasnian/Famennian Crisis, Columbia University Press, New York, 1996.
McGrayne, Sharon Bertsch, Prometheans in the Lab: Chemistry and the Making of the Modern World, McGraw-Hill, Londra, 2002.
McGuire, Bill, A Guide to the End of the World: Everything You Never Wanted to Know, Oxford University Press, Oxford, 2002.
McKibben, Bill, The End of Nature, Viking, Londra, 1990.
McPhee, John, Basin and Range, Farrar, Straus & Giroux, New York, 1980.
McPhee, John, In Suspect Terrain, Noonday Press/Farrar, Straus & Giroux, New York, 1983.
McPhee, John, Rising from the Plains, Farrar, Straus & Giroux, Londra, 1987.
McPhee, John, Assembling California, Farrar, Straus & Giroux, New York, 1993.
McSween, Harry Y., Jr, Stardust to Planets: A Geological Tour of the Solar System, St Martin's Press, New York, 1993.
Maddox, Brenda, Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA, HarperCollins, Londra, 2002.
Margulis, Lynn, şi Dorion Sagan, Microcosmos: Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors, HarperCollins, Londra, 2002.

Marshall, Nina L., Mosses and Lichens, Doubleday, Page & Co., New York, 1908.
Matthiessen, Peter, Wildlife in America, Penguin Books, Londra, 1995.
Moore, Patrick, Fireside Astronomy: An Anecdotal Tour through the History and Lore of Astronomy, John Wiley & Sons, Chichester, 1992.
Moorehead, Alan, Darwin and the Beagle, Hamish Hamilton, Londra, 1969.
Morowitz, Harold J., The Thermodynamics of Pizza, Rutgers University Press, New Brunswick, NJ, 1991.
Musgrave, Toby, Chris Gardner şi Will Musgrave, The Plant Hunters: Two Hundred Years of Adventure and Discovery around the World, Ward Lock, Londra, 1999.
Norton, Trevor, Stars Beneath the Sea: The Extraordinary Lives of the Pioneers of Diving, Arrow Books, Londra, 2000.
Novacek, Michael, Time Traveler: In Search of Dinosaurs and Other Fossils from Montana to Mongolia, Farrar, Straus & Giroux, New York, 2001.
Nuland, Sherwin B., How We Live: The Wisdom of the Body, Vintage, Londra, 1998.
Officer, Charles, şi Jake Page, Tales of the Earth: Paroxysms and Perturbations of the Blue Planet, Oxford University Press, New York, 1993.
Oldroyd, David R., Thinking about the Earth: A History of Ideas in Geology, Athlone, Londra, 1996.
Oldstone, Michael B.A., Viruses, Plagues and History, Oxford University Press, New York, 1998.
Overbye, Dennis, Lonely Hearts of the Cosmos: The Scientific Quest for the Secret of the Universe, Macmillan, Londra, 1991.
Ozima, Minoru, The Earth: Its Birth and Growth, Cambridge University Press, Cambridge, 1981.

Parker, Ronald B., Inscrutable Earth: Explorations in the Science of Earth, Charles Scribner's Sons, New York, 1984.
Pearson, John, Serpents and Stags: The Story of the House of Cavendish and the Dukes of Devonshire, Macmillan, Londra, 1983.
Peebles, Curtis, Asteroids: A History, Smithsonian Institution Press, Washington, 2000.
Plummer, Charles C., şi David McGeary, Physical Geology, McGraw-Hill Education, Londra, 1997.
Pollack, Robert, Signs of Life: The Language and Meanings of DNA, Penguin Books, Londra, 1995.
Powell, James Lawrence, Night Comes to the Cretaceous: Dinosaur Extinction and the Transformation of Modern Geology, W.H. Freeman, New York, 1998.
Powell, James Lawrence, Mysteries of Terra Firma: The Age and Evolution of the Earth, Free Press/Simon & Schuster, New York, 2001.
Psihoyos, Louie, şi John Knoebber, Hunting Dinosaurs, Cassell Illustrated, Londra, 1995.
Putnam, William Lowell, The Worst Weather on Earth, Mountaineers Books, Londra, 1991.
Quammen, David, The Song of the Dodo, Hutchinson, Londra, 1996.
Quammen, David, The Boilerplate Rhino: Nature in the Eye of the Beholder, Touchstone, Londra, 2001.
Quammen, David, Monster of God, W.W. Norton, New York, 2003.
Rees, Martin, Just Six Numbers: The Deep Forces that Shape the Universe, Phoenix/Orion, Londra, 2000.
Ridley, Matt, The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature, Penguin, Londra, 1994.
Ridley, Matt, Genome: The Autobiography of a Species, Fourth Estate, Londra, 1999.

Ritchie, David, Superquake! Why Earthquakes Occur and When the Big One Will Hit Southern California, Random House, Londra, 1989.
Rose, Steven, Lifelines: Biology, Freedom, Determinism, Penguin, Londra, 1997.
Rudwick, Martin J.S., The Great Devonian Controversy: The Shaping of Scientific Knowledge among Gentlemanly Specialists, University of Chicago Press, Chicago, 1985.
Sacks, Oliver, An Anthropologist on Mars: Seven Paradoxical Tales, Picador, Londra, 1996.
Sacks, Oliver, Oaxaca Journal, National Geographic, Londra, 2002.
Sagan, Carl, Cosmos, Random House, Londra, 1980.
Sagan, Carl, şi Ann Druyan, Comet, Random House, Londra, 1985.
Sagan, Dorion, şi Lynn Margulis, Garden of Microbial Delights: A Practical Guide to the Subvisible World, J. Harcourt Brace Jovanovich, Boston, 1988.
Sayre, Anne, Rosalind Franklin and DNA, W.W. Norton, Londra, 2002.
Schneer, Cecil J. (ed.), Toward a History of Geology, MIT Press, Londra, 1970.
Schopf, J. William, Cradle of Life: The Discovery of the Earth's Earliest Fossils, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1999.
Schultz, Gwen, Ice Age Lost, Anchor Press/Doubleday, Garden City, NY, 1974.
Schwartz, Jeffrey H., Sudden Origins: Fossils, Genes and the Emergence of Species, John Wiley & Sons, New York, 1999.
Semonin, Paul, American Monster: How the Nation's First Prehistoric Creature Became a Symbol of National Identity, New York University Press, New York, 2000.

Shore, William H. (ed.), Mysteries of Life and the Universe, Harvest/Harcourt Brace & Co., San Diego, 1992.
Silver, Brian, The Ascent of Science, Solomon/Oxford University Press, New York, 1998.
Simpson, George Gaylord, Fossils and the History of Life, Scientific American, New York, 1983.
Smith, Anthony, The Weather: The Truth about the Health of our Planet, Hutchinson, Londra, 2000.
Smith, Robert B., şi Lee J. Siegel, Windows into the Earth: The Geologic Story of Yellowstone and Grand Teton National Parks, Oxford University Press, Oxford, 2002.
Snow, C.P., Variety of Men, Macmillan, Londra, 1967.
Snow, C.P., The Physicists, House of Stratus, Londra, 1979.
Snyder, Carl H., The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things, John Wiley & Sons, Londra, 1995.
Stalcup, Brenda (ed.), Endangered Species: Opposing Viewpoints, Greenhaven, San Diego, 1996.
Stanley, Steven M., Extinction, Scientific American, New York, 1987.
Stark, Peter, Last Breath: Cautionary Tales from the Limits of Human Endurance, Ballantine Books, New York, 2001.
Stephen, Sir Leslie, şi Sir Sidney Lee (eds.), Dictionary of National Biography, Oxford University Press, Oxford, 1973.
Stevens, William K., The Change in the Weather: People, Weather, and the Science of Climate, Delacorte, New York, 1999.
Stewart, Ian, Nature’s Numbers: Discovering Order and Pattern in the Universe, Phoenix, Londra, 1995.
Strathern, Paul, Mendeleyev’s Dream: The Quest for the Elements, Penguin Books, Londra, 2001.

Sullivan, Walter, Landprints, Times Books, New York, 1984.
Sulston, John, şi Georgina Ferry, The Common Thread: A Story of Science, Politics, Ethics and the Human Genome, Bantam Press, Londra, 2002.
Swisher III, Carl C., Garniss H. Curtis şi Roger Lewin, Java Man: How Two Geologists' Dramatic Discoveries Changed our Understanding of the Evolutionary Path to Modern Humans, Little, Brown, Londra, 2001.
Sykes, Bryan, The Seven Daughters of Eve, Bantam Press, Londra, 2001.
Tattersall, Ian, The Human Odyssey: Four Million Years of Human Evolution, Prentice-Hall, New York, 1993.
Tattersall, Ian, The Monkey in the Mirror: Essays on the Science of What Makes Us Human, Oxford University Press, Oxford, 2002.
Tattersall, Ian, şi Jeffrey Schwartz, Extinct Humans, Westview/Perseus, Boulder, Colo., 2001.
Thackray, John, şi Bob Press, The Natural History Museum: Nature's Treasurehouse, Natural History Museum, Londra, 2001.
Thomas, Gordon, şi Max Morgan Witts, The San Francisco Earthquake, Souvenir, Londra, 1971.
Thomas, Keith, Man and the Natural World: Changing Attitudes in England, 1500-1800, Penguin Books, Londra, 1984.
Thompson, Dick, Volcano Cowboys: The Rocky Evolution of a Dangerous Science, St Martin's Press, New York, 2000.
Thorne, Kip S., Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy, Picador, Londra, 1994.
Tortora, Gerard J., şi Sandra Reynolds Grabowski, Principles of Anatomy and Physiology, John Wiley & Sons, Londra, 1999.

Trefil, James, The Unexpected Vista: A Physicist's View of Nature, Charles Scribner's Sons, New York, 1983.
Trefil, James, Meditations at Sunset: A Scientist Looks at the Sky, Charles Scribner's Sons, New York, 1987.
Trefil, James, Meditations at 10,000 Feet: A Scientist in the Mountains, Charles Scribner's Sons, New York, 1987.
Trefil, James, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, Cassell Illustrated, Londra, 1997.
Trinkaus, Erik, şi Pat Shipman, The Neandertals: Changing the Image of Mankind, Pimlico, Londra, 1994.
Tudge, Colin, The Time before History: Five Million Years of Human Impact, Touchstone/Simon & Schuster, New York, 1996.
Tudge, Colin, The Variety of Life: A Survey and a Celebration of All the Creatures that Have Ever Lived, Oxford University Press, Oxford, 2002.
Vernon, Ron, Beneath our Feet: The Rocks of Planet Earth, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
Vogel, Shawna, Naked Earth: The New Geophysics, Dutton, New York, 1995.
Walker, Alan, şi Pat Shipman, The Wisdom of the Bones: In Search of Human Origins, Weidenfeld & Nicolson, Londra, 1996.
Wallace, Robert A., Jack L. King şi Gerald P. Sanders, Biology: The Science of Life, ediţia a II-a, Scott, Foresman & Co., Glenview, Ill., 1986.
Ward, Peter D., şi Donald Brownlee, Rare Earth: Why Complex Life Is Uncommon in the Universe, Copernicus, New York, 1999.
Watson, James D., The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA, Penguin Books, Londra, 1999.

Weinberg, Samantha, A Fish Caught in Time: The Search for the Coelacanth, Fourth Estate, Londra, 1999.
Weinberg, Steven, The Discovery of Subatomic Particles, W.H. Freeman, Londra, 1990.
Weinberg, Steven, Dreams of a Final Theory, Vintage, Londra, 1993.
Whitaker, Richard (ed.), Weather, Warner Books, Londra, 1996.
White, Michael, Isaac Newton: The Last Sorcerer, Fourth Dimension, Londra, 1997.
White, Michael, Rivals: Conflict as the Fuel of Science, Vintage, Londra, 2001.
Wilford, John Noble, The Mapmakers, Random House, Londra, 1981.
Wilford, John Noble, The Riddle of the Dinosaur, Faber, Londra, 1986.
Williams, E.T., şi C.S. Nicholls (eds.), Dictionary of National Biography, 1961-1970, Oxford University Press, Oxford, 1981.
Williams, Stanley, şi Fen Montaigne, Surviving Galeras, Houghton Mifflin, Boston, 2001.
Wilson, David, Rutherford: Simple Genius, Hodder, Londra, 1984.
Wilson, Edward O., The Diversity of Life, Allen Lane/Penguin Press, Londra, 1993.
Winchester, Simon, The Map That Changed the World: The Tale of William Smith and the Birth of a Science, Viking, Londra, 2001.
Woolfson, Adrian, Life without Genes: The History and Future of Genomes, Flamingo, Londra, 2000.

Index*

* Numărul paginilor se referă la ediţia tipărită a cărţii şi la ediţia digitală în format PDF.

---

[1] Două cuvinte despre notațiile științifice. Deoarece numerele foarte mari îngreunează excesiv scrierea și sunt aproape imposibil de citit, oamenii de știință folosesc o scriere abreviată cu ajutorul puterilor (sau multiplilor) lui zece prin care, de exemplu, 10.000.000.000 este scris 10^{10}, iar 6.500.000 devine $6,5 \times 10^6$. Principiul este foarte simplu și se bazează pe multiplii de 10: 10 × 10 (sau 100) devine 10^2; 10 × 10 × 10 (sau 1.000) devine 10^3; și așa mai departe, evident, la infinit. Numărul scris mititel la indice reprezintă numărul de zerouri care se pun după numărul principal scris mai mare. Notațiile negative oferă în principiu o imagine în oglindă, în care indicele reprezintă numărul de cifre la dreapta virgulei (deci 10^{-4} înseamnă 0,0001). Deși principiul mi se pare admirabil, pentru mine ar fi un lucru de mirare dacă cineva care vede „$1,4 \times 10^9$ km^3" ar înțelege imediat că este vorba despre 1,4 miliarde de kilometri cubi și o uimire cu nimic mai prejos dacă ar alege să scrie prima variantă în locul celei de-a doua (mai ales într-o carte destinată marelui public, acolo unde a fost găsit exemplul). Pornind de la premisa că mulți cititori sunt la fel de nepricepuți la matematică ca și mine, voi folosi cu zgârcenie aceste prescurtări, deși uneori sunt inevitabile, cu atât mai mult într-un capitol care se apleacă asupra unor lucruri de dimensiuni cosmice.

[2] Poemul *A Boston Toast* de John Collins Bossidy (n.tr.).

[3] Denumirea sa corectă este Norul Öpik-Oort și a fost botezat după astronomul estonian Ernst Öpik, care a emis ipoteza existenței sale în 1932, și după astronomul danez Jan Oort, care a detaliat calculele optsprezece ani mai târziu.

[4] Chiar dacă de atunci, în 2006, a fost redusă din nou la statutul de planetă pitică.

[5] Obiect astronomic cu o luminozitate cunoscută (n.tr.).

[6] Metoda aleasă de ei pentru măsurătoare, triangularea, era o tehnică foarte apreciată la acea vreme, bazată pe faptul geometric că, dacă știi lungimea unei laturi a unui triunghi și două dintre unghiurile sale, îi poți calcula toate celelalte dimensiuni fără ca măcar să te ridici de pe scaun. Să presupunem, de exemplu, că dumneavoastră și cu mine ne hotărâm că dorim să știm ce distanță este până la Lună. Folosind metoda triangulării, primul lucru pe care trebuie să-l facem este să lăsăm o oarecare distanță între noi; să spunem că dumneavoastră stați la Paris, iar eu mă duc la Moscova și că ne uităm amândoi la Lună în același timp. Dacă vă imaginați o linie care leagă cele trei puncte relevante din acest exercițiu – adică dumneavoastră, eu și Luna –, se formează un triunghi. Măsurați distanța laturii de la bază, dintre dumneavoastră și mine, și unghiurile formate de fiecare, iar restul se poate calcula foarte ușor. (Întrucât unghiurile interioare ale unui triunghi însumează întotdeauna o sută optzeci de grade, dacă știm suma a două unghiuri, îl putem

calcula imediat pe al treilea; și, cunoscând exact forma unui triunghi și lungimea unei laturi, aflați lungimea celorlalte două laturi.) Aceasta a fost metoda folosită de un astronom grec, Hiparh din Niceea, în 150 î.Hr., pentru a calcula distanța de la Pământ la Lună. La nivelul solului, principiile triangulării sunt aceleași, cu excepția faptului că triunghiurile nu se ridică în spațiu, ci sunt așezate unul lângă celălalt, ca pe o hartă. Pentru a măsura un grad de meridian, cercetătorii urmau să creeze un fel de lanț de triunghiuri desfășurate pe Pământ.

[7] Viteza cu care vă învârtiți depinde de locul în care vă aflați. Viteza cu care se învârte Pământul variază de la peste o mie șase sute de kilometri pe oră la ecuator, la zero la poli. La Londra, viteza este de nouă sute nouăzeci și opt de kilometri pe oră.

[8] Următoarea trecere a avut loc la 8 iunie 2004, iar a doua în 2012. Nu a existat niciuna în secolul XX.

[9] În 1781 Herschel a devenit prima persoană din era modernă care a descoperit o planetă. A vrut să o numească George, după numele monarhului britanic, dar sugestia i-a fost respinsă, așa că planeta a devenit în schimb Uranus.

[10] Pentru un fizician, masa și greutatea sunt două lucruri diferite. Masa dumneavoastră rămâne aceeași oriunde v-ați duce, dar greutatea variază în funcție de cât de departe vă aflați de centrul altor obiecte masive, cum ar fi, de exemplu, o planetă. Dacă veți călători pe Lună, veți fi mult mai ușor, dar nu mai puțin masiv. Pe Pământ, masa și greutatea reprezintă practic același lucru, astfel încât termenii pot fi considerați sinonimi, cel puțin în afara sălilor de curs.

[11] Nu intenționăm să vă supunem vreunui test recapitulativ aici, dar dacă vi se cere vreodată să le memorați, s-ar putea să vă ajute dacă vă amintiți sfatul practic al lui John Wilford de a vă gândi la ere (precambrian, paleozoic, mezozoic și cenozoic) ca la anotimpurile dintr-un an, iar perioadele (permian, triasic, jurasic etc.) vor fi lunile.

[12] Deși acesta își găsește practic un loc în toate cărțile de specialitate, detaliile cu privire la Ussher variază în mod izbitor. Unele cărți afirmă că el și-ar fi dat verdictul în 1650, alții în 1654, iar alții în 1664. Mulți citează data faimosului început al Pământului ca fiind 26 octombrie. Există cel puțin o carte notabilă care îi scrie numele „Usher". O interesantă dare de seamă asupra acestei chestiuni apare în cartea lui Stephen Jay Gould *Eight Little Piggies* (*Opt purceluși*).

[13] Darwin era pasionat de cifrele exacte. Într-o lucrare de mai târziu, a anunțat că pe un acru de pământ englezesc de la țară se găseau în medie 53.767 de viermi.

[14] Mai exact, el a fost cel care a elaborat a Doua Lege a Termodinamicii. Prezentarea acestor legi ar alcătui o carte în sine, dar am să introduc aici o sinteză destul de frustă a chimistului P.W. Atkins, ca să vă puteți face o idee despre ele: „Sunt patru legi. A treia dintre ele, a Doua Lege, a fost recunoscută prima; prima, Principiul Zero, a fost formulată ultima; Prima Lege a fost a doua; a Treia Lege ar putea să nu fie deloc o lege, după modelul celorlalte". Și mai pe scurt, a doua lege afirmă că

întotdeauna se pierde măcar puțină energie. Nu poate exista un perpetuum mobile, întrucât, indiferent cât de eficient ar fi, întotdeauna va pierde energie și, într-un final, se va opri. Prima lege afirmă că nu se poate crea energie, iar cea de-a treia afirmă că temperaturile nu se pot reduce la un zero absolut; întotdeauna vor rămâne ceva reziduuri de căldură. După cum remarcă Dennis Overbye, aceste trei legi principale sunt uneori exprimate într-o formă amuzantă, astfel: (1) nu poți câștiga, (2) nu poți remiza și (3) nu poți ieși din joc.

[15] În original, în limba engleză: *She sells sea-shells on the sea-shore*. În traducere literală: „Ea vinde scoici pe malul mării" (n.tr.).

[16] Singura excepție notabilă o reprezintă *Tyrannosaurus rex*, descoperit de Barnum Brown în 1902.

[17] Nume dat neozeelandezilor, în special soldaților, de la pasărea națională a Noii Zeelande (n.tr.).

[18] În limba engleză, confuzia în legătură cu scrierea *aluminum* sau *aluminium* a apărut din cauza unei indecizii – care de altfel nu-i stătea deloc în fire – din partea lui Davy. Când a izolat pentru prima dată acest element, în 1808, l-a numit *alumium*. Dintr-un motiv oarecare, s-a răzgândit și l-a schimbat în *aluminum* patru ani mai târziu. Americanii au preluat conștiincioși termenul nou, dar multor britanici nu le-a plăcut varianta *aluminum*, pentru că, au obiectat ei, întrerupea modelul în *-ium* care se formase odată cu seria *sodium*, *calcium* și *strontium*, așa că au adăugat o vocală. Printre realizările lui Davy se numără și inventarea căștii de protecție pentru mineri.

[19] Principiul a condus la adoptarea, mult mai târziu, a numărului lui Avogadro, o unitate de măsură de bază în chimie, reprezentând numărul de molecule care se găsesc în 2,016 grame de gaz de hidrogen (sau un volum echivalent din orice alt gaz). Constanta a primit numele lui Avogadro la mult timp după moartea acestuia. Valoarea sa este fixată la $6{,}0221367 \times 10^{23}$, adică un număr extraordinar de mare. Studenții de la chimie s-au amuzat vreme îndelungată analizând cât de mare este acest număr, așa că vă pot transmite că este echivalent cu numărul de boabe de porumb pentru floricele necesare pentru a acoperi Statele Unite sub un strat de cincisprezece kilometri grosime, sau numărul de cești de apă din Oceanul Pacific, sau numărul de cutii de băuturi răcoritoare care, distribuite egal, ar acoperi Pământul într-un strat cu o adâncime de trei sute douăzeci de kilometri. Un număr echivalent de monede americane de un penny ar fi suficient pentru a garanta fiecărei persoane de pe Pământ o avere de mii de miliarde de dolari. Chiar este un număr mare.

[20] Dacă v-a chinuit vreodată întrebarea cum decid atomii care jumătate va dispărea și care jumătate va supraviețui pentru următoarea etapă, răspunsul este că ideea de timp de înjumătățire este de fapt o convenție statistică – un fel de tabel actuarial, doar că pentru elemente. Imaginați-vă că aveți un eșantion de material cu un timp de înjumătățire de treizeci de secunde. Aceasta nu înseamnă că fiecare atom din eșantion va exista vreme de exact treizeci, șaizeci sau nouăzeci de secunde ori vreo altă perioadă strict delimitată. Fiecare atom va supraviețui o perioadă complet

aleatorie care, în realitate, nu are nimic de-a face cu multiplii de treizeci; ar putea dura două secunde din acest moment sau s-ar putea învârti pe aici ani, decenii sau secole de acum încolo. Nimeni nu știe. Ce putem susține însă este că, pentru eșantionul luat în ansamblu, rata de dispariție va fi astfel stabilită încât jumătate dintre atomi vor dispărea la fiecare treizeci de secunde. Cu alte cuvinte, este o rată medie, pe care o puteți aplica unor eșantioane de orice dimensiuni. De exemplu, cineva a calculat că moneda de zece cenți americană are un timp de înjumătățire de circa treizeci de ani.

[21] Mai exact, este o măsură care indică gradul de dezordine sau de arbitrar dintr-un sistem. Darrell Ebbing, în manualul de *Chimie generală*, ne oferă o sugestie folositoare: să ne gândim la un pachet de cărți de joc. Un pachet nou-nouț, abia scos din cutie, aranjat pe culori și la rând, de la as la popă, poate fi considerat a fi într-o stare ordonată. Dacă amestecăm cărțile, acestea se vor afla în stare de dezordine. Entropia este o modalitate de a măsura exact cât de avansată este starea de dezordine și de a determina probabilitatea apariției anumitor rezultate în urma unor amestecări ulterioare. Pentru a înțelege pe deplin entropia, ar fi de asemenea necesar să înțelegem concepte precum nivelarea termică, constanta rețelei cristaline și relațiile stoichiometrice, dar cam asta ar fi ideea generală.

[22] Planck a fost adesea urmărit de ghinion în viață. Prima sa soție, pe care o iubea nespus, a murit de tânără în 1909, iar cel mai mic dintre cei doi fii ai săi a murit și el în Primul Război Mondial. A avut și două fiice gemene, pe care le adora. Una a murit născând. Geamăna supraviețuitoare s-a dus să aibă grijă de nou-născut și s-a îndrăgostit de soțul surorii. Cei doi s-au căsătorit. Doi ani mai târziu, și ea a murit născând. În 1944, când Planck avea optzeci și cinci de ani, o bombă a Aliaților a căzut pe casa lui, astfel încât a pierdut tot ce avea – lucrări, jurnale, agoniseala de o viață. În anul următor, unicul fiu supraviețuitor a fost descoperit ca făcând parte dintr-o conspirație ce plănuia asasinarea lui Hitler și a fost executat.

[23] Einstein a fost omagiat, destul de vag, „pentru servicii aduse fizicii teoretice". A trebuit să aștepte șaisprezece ani, până în 1921, ca să primească premiul – o perioadă destul de lungă, indiferent cum am privi situația, dar o nimica toată în comparație cu Frederick Reines, care a descoperit neutrinoul în 1957, dar a primit Nobelul abia în 1995, treizeci și opt de ani mai târziu, sau cu germanul Ernst Ruska, care a inventat microscopul electronic în 1932, dar a primit Premiul Nobel în 1986, la mai bine de o jumătate de secol după realizare. Întrucât Premiul Nobel nu se acordă niciodată postum, se pare că longevitatea este un factor la fel de important ca inventivitatea pentru a te asigura că primești unul.

[24] Cum a ajuns *c* să fie simbolul vitezei luminii este un mister, dar David Bodanis sugerează că provine probabil de la latinescul *celeritas*, care înseamnă „rapiditate". Volumul relevant din *Oxford English Dictionary*, întocmit cu un deceniu înaintea teoriei lui Einstein, recunoaște simbolul *c* ca însemnând numeroase lucruri, de la carbon la crichet, dar nu menționează nicio semnificație de simbol al luminii sau rapidității.

[25] De la numele lui Johann Christian Doppler, un fizician austriac care a observat pentru prima dată acest efect în 1842. Pe scurt, fenomenul este următorul: un obiect în mișcare, care se apropie de unul staționar, trimite undele sonore care se aglomerează și se îngrămădesc atunci când se lovesc de mecanismul care le primește (ca, de exemplu, urechile dumneavoastră), exact așa cum ne așteptăm să se întâmple cu orice lucru împins din spate către un obiect imobil. Această scădere a lungimii de undă și creștere a frecvenței sunt percepute de ascultător ca un fel de sunet înalt și ascuțit (*yee*). Pe măsură ce sursa sunetului se îndepărtează, undele sonore se spațiază și se alungesc, lungimea de undă crește, motiv pentru care frecvența și deci zgomotul înalt scad brusc (*yummm*).

[26] Numele laboratorului provine de la aceeași familie Cavendish care l-a dat și pe Henry. Însă acesta era William Cavendish, al șaptelea duce de Devonshire, un matematician dotat și baron al oțelului în Anglia victoriană. În 1870 acesta a donat universității 6.300 de lire sterline pentru a se construi un laborator experimental.

[27] Planează o anume incertitudine în legătură cu folosirea cuvântului „incertitudine” (în original, în engleză, *uncertainty*) referitor la Principiul lui Heisenberg. Michael Frayn, într-o postfață la piesa sa *Copenhaga*, scrie că diferiți traducători au folosit diferite cuvinte din germană – *Unsicherheit*, *Unschärfe*, *Ungenauigkeit* și *Unbestimmtheit* –, dar că niciunul nu este un echivalent exact al englezescului *uncertainty*. Frayn sugerează că *indeterminare* (*indeterminacy*) ar fi un termen mai bun pentru acest principiu, iar *indeterminabilitate* (*indeterminability*) ar fi chiar și mai bun. Heisenberg însuși a folosit în general termenul *Unbestimmtheit*.

[28] Sau cel puțin așa este citat aproape de fiecare dată. Citatul exact este: „Mi se pare dificil să arunci o privire în cărțile lui Dumnezeu. Dar faptul că El joacă zaruri și folosește metode «telepatice»... este ceva ce nu pot crede nicio secundă”.

[29] Flash Gordon este eroul unei celebre benzi desenate SF cu același nume, inițiată în 1934 de Alex Raymond, care a dat naștere la numeroase filme, seriale și cărți de benzi desenate (n.tr.).

[30] Există și efecte secundare practice ale acestui efort atât de costisitor. Rețeaua internet este un produs secundar al activității dezvoltate de CERN. A fost inventată de un cercetător de la CERN, Tim Berners-Lee, în 1989.

[31] Dolly Parton, celebră cântăreață americană de country. Oaia Dolly a fost numită tot după ea (n.tr.).

[32] Firește, sunteți îndreptățiți să vă întrebați ce înseamnă mai exact „o constantă de cincizeci” sau „o constantă de o sută”. Răspunsul se găsește în unitățile de măsură astronomice. Cu excepția conversațiilor neoficiale, astronomii nu folosesc anii-lumină. Ei folosesc o distanță numită *parsec* (o prescurtare de la *paralaxă* și *secundă*), pornind de la o unitate de măsură universală numită paralaxă stelară, echivalentă cu 3,26 ani-lumină. Măsurile cu adevărat generoase, pe măsura universului, sunt calculate în megaparseci: un megaparsec = un milion de parseci.

Constanta este exprimată în termeni de kilometri pe secundă pe megaparsec. Astfel, atunci când astronomii se referă la o constantă Hubble de cincizeci, vor să spună de fapt „cincizeci de kilometri pe secundă pe megaparsec". Pentru cei mai mulți dintre noi, evident că aceasta este o unitate de măsură fără absolut nicio noimă; dar să nu uităm că, în măsurătorile astronomice, majoritatea distanțelor sunt atât de mari, încât nu au cum să capete vreun sens.

[33] Laș, plângăcios (n.tr.).

[34] Este KT, și nu CT, deoarece C a fost deja atribuit cambrianului. În funcție de sursa citată, *K* provine fie de la grecescul *kreta*, fie de la nemțescul *Kreide*. Amândouă, din fericire, înseamnă „cretă", adică exact sensul lui *cretacic*.

[35] Minneapolis și St. Paul, din statul american Minnesota (n.tr.).

[36] Pentru cei care tânjesc după o imagine mai detaliată a interiorului Pământului, iată dimensiunile straturilor, în cifre aproximative. Scoarța, de la 0 la 40 km. Mantaua superioară, de la 40 la 400 km. Zona de tranziție dintre mantaua superioară și cea inferioară, de la 400 la 650 km. Mantaua inferioară, de la 650 la 2.700 km. Stratul „D", de la 2.700 la 2.890 km. Nucleul exterior, de la 2.890 la 5.150 km, iar de la 5.150 la 6.370 km, nucleul interior.

[37] Sau cel puțin așa s-a scris adesea. Totuși, în vara anului 2003, după publicarea acestei cărți, Science News a prezentat un studiu al profesorului E.D. Zanotto din Brazilia care sugera că deplasarea sticlei, oricât de venerabilă ar fi fereastra, este în realitate mult mai lentă ca să fie vizibilă cu ochiul liber.

[38] De când am scris această carte, recordul a fost depășit de neozeelandezul William Trubridge, care a ajuns la 86 de metri în aprilie 2008.

[39] Descoperirea extremofilelor în vulcanii noroioși din Yellowstone și a altor organisme similare în alte locuri i-a condus pe cercetători la concluzia că viața de un anumit tip s-ar putea extinde mult dincolo de aceste limite – poate chiar sub suprafața înghețată a lui Pluto. Dar noi vorbim aici despre condiții care să ducă la ființe de suprafață cu un grad crescut de complexitate.

[40] Din ceilalți patru, trei sunt de azot, iar cel rămas se împarte între toate celelalte elemente.

[41] Oxigenul în sine nu este inflamabil; el doar facilitează combustia altor substanțe. Iar aceasta este o veste excelentă, pentru că altfel, de câte ori ați aprinde un băț de chibrit, aerul din jur ar izbucni în flăcări. Pe de altă parte, hidrogenul în stare gazoasă *este* extrem de inflamabil, după cum ne-a demonstrat dirijabilul *Hindenburg* la 6 mai 1937, în Lakehurst, New Jersey, când hidrogenul din el a explodat ucigător, făcând treizeci și șase de victime.

[42] Dacă ați fost vreodată uimiți de cât de clare și bine definite sunt, în general, marginile norilor cumulus, în vreme ce alți nori sunt mai neclari, explicația constă în granița pronunțată dintre interiorul umed al unui nor cumulus și aerul uscat din

jurul său. Orice moleculă de apă care se rătăcește dincolo de marginea norului este imediat arestată de aerul uscat de afară, ceea ce permite norului să-și păstreze marginea perfectă. Norii cirus sunt mult mai înalți, alcătuiți din gheață, iar zona dintre marginea norului și aerul de dincolo de el nu este atât de clar marcată, de aceea au tendința să fie mai neclari spre margini.

[43] Miocenul superior (n.tr.).

[44] e pare că acest termen, „termohalin”, înseamnă mai multe lucruri, pentru fiecare altceva. În noiembrie 2002, Carl Wunsch de la MIT a publicat o lucrare în revista *Science*, intitulată „Ce este circulația termohalină?”, în care remarca faptul că expresia a fost folosită în reputate publicații de specialitate pentru a denumi cel puțin șapte fenomene diferite (circulația la nivel abisal, circulația determinată de diferențe de densitate sau flotabilitate, scufundarea și dispersarea apei reci și multe altele), deși toate legate de mișcările din ocean și de transferul de căldură, adică sensul vag și cuprinzător cu care l-am folosit și eu aici, din prudență.

[45] Părțile nedigerabile ale calmarului uriaș, în special botul, se acumulează în stomacul cașalotului, formând substanța numită chihlimbar cenușiu, care este folosită ca fixator în parfumuri. Data viitoare când pulverizați pe dumneavoastră Chanel 5 (în cazul în care o faceți), poate o să vă gândiți că vă înväluiți într-un produs distilat dintr-un monstru marin nevăzut.

[46] De fapt, există douăzeci și doi de aminoacizi care se produc spontan pe Pământ și mulți alții care așteaptă să fie descoperiți, dar numai douăzeci dintre aceștia sunt necesari pentru a ne construi pe noi și majoritatea celorlalte ființe vii. Cel de-al douăzeci și doilea, numit pirolizină, a fost descoperit în 2002 de cercetătorii de la Ohio State University și se găsește într-un singur tip de arhaic (o formă primară de viață despre care vom discuta ceva mai târziu în povestea noastră), numit *Methanosarcina barkeri*.

[47] Tip de meteoriți litoizi primitivi, în compoziția cărora intră în principal apă și compuși organici (n.tr.).

[48] Joc de cuvinte intraductibil. *Dim sun*, denumirea unui fel de mâncare chinezesc, înseamnă în engleză „soare palid” (n.tr.).

[49] Vârstă nord-americană, între 9 și 4,75 de milioane de ani în urmă (pliocenul inferior) (n.tr.).

[50] Vârste ale devonianului superior (n.tr.).

[51] ârstă nord-americană, între 0,3 și 0,011 milioane de ani în urmă (pleistocenul superior) (n.tr.).

[52] Pentru a ilustra aceasta, de exemplu, oamenii se încadrează în domeniul eucariotelor, în regnul animalelor, în filumul cordata, în subfilumul vertebratelor, în clasa mamiferelor, în ordinul primatelor, în familia hominidae, în genul *Homo*, în specia *sapiens*. (Mi s-a spus că, prin convenție, se scriu în cursive genul și specia, dar

nu și diviziunile mai mari.) Unii taxonomiști folosesc și alte subdiviziuni: trib, subordin, infraordin, parvordin și altele.

[53] Termenul oficial folosit pentru o categorie zoologică, cum ar fi *filumul* sau *genul*.

[54] Există unele aspecte legate de igienă la care chiar stăm din ce în ce mai prost. Doctorul Maunder crede că tendința de a folosi detergenții pentru spălare la mașină la temperaturi joase încurajează proliferarea mișcătorilor. După cum se exprimă chiar el: „Dacă speli haine pline de păduchi la temperaturi joase, ceea ce obții sunt niște păduchi mai curați”.

[55] În realitate, de-a lungul procesului de dezvoltare, se pierde un număr destul de mare de celule, prin urmare cifra exactă cu care porniți la drum este doar o aproximare. În funcție de sursa pe care o consultați, numărul poate varia cu câteva zerouri bune. Cifra de o sută patruzeci de mii de mii de miliarde (sau de o sută patruzeci de cvadrilioane) este preluată după Margulis și Sagan, *Microcosmos*.

[56] Leeuwenhoek era prieten apropiat cu un alt olandez de seamă din Delft, artistul Jan Vermeer. Pe la mijlocul secolului al XVII-lea, Vermeer, care fusese până atunci un artist competent, dar nu remarcabil, și-a dezvoltat brusc o măiestrie a redării luminii și a perspectivei pentru care a fost aclamat de atunci încoace. Deși nu s-a putut dovedi niciodată, se suspectează de multă vreme că a folosit o cameră obscură, un instrument pentru proiectarea imaginilor pe o suprafață plană printr-o lentilă. După moartea sa nu s-a descoperit niciun astfel de instrument printre obiectele sale personale, dar, ca din întâmplare, executorul testamentar al lui Vermeer a fost nimeni altul decât Antoni van Leeuwenhoek, cel mai secretos creator de lentile cunoscut în acele vremuri.

[57] O zi de bun augur în istorie: în aceeași zi, în Kentucky se năștea Abraham Lincoln.

[58] Darwin a fost unul dintre puținii care au ghicit corect autorul. Din întâmplare, se afla în vizită la Chambers în ziua în care acesta a primit un exemplar nedefinitivat al ediției a șasea din *Vestigii*, aflată în pregătire. Atenția cu care Chambers a cercetat corecturile l-a dat întru câtva de gol, deși se pare că cei doi nu au discutat niciodată despre acest subiect.

[59] Printr-o coincidență, în 1861, la apogeul controversei, exact acest gen de dovezi a ieșit la iveală atunci când niște muncitori din Bavaria au descoperit oasele unui arheopterix străvechi, o creatură pe jumătate pasăre, pe jumătate dinozaur (avea pene, dar și dinți). A fost o descoperire impresionantă și folositoare, iar semnificația sa a fost îndelung dezbătută, dar o descoperire singulară cu greu putea fi considerată edificatoare.

[60] În 1968, Harvard University Press a anulat publicarea cărții *The Double Helix*, după ce Crick și Wilkins s-au plâns de caracterizările conținute, pe care Lisa Jardine

le-a descris ca fiind „ofensatoare în mod gratuit”. Descrierile citate mai sus reprezintă varianta îndulcită a comentariilor lui Watson.

[61] ADN-ul rezidual are și el o utilizare. Este porțiunea folosită pentru detectarea amprentei ADN. Aplicabilitatea sa practică în acest sens a fost descoperită întâmplător de Alec Jeffreys, un cercetător de la Universitatea din Leicester. În 1986, Jeffreys studia secvențe de ADN în căutarea unor markeri genetici asociați cu bolile ereditare, când a fost abordat de doi polițiști care l-au rugat să îi ajute să facă legătura dintre un suspect și două crime. Și-a dat seama că tehnica sa ar trebui să funcționeze perfect pentru soluționarea anchetelor poliției – și chiar așa s-a dovedit a fi. Un tânăr brutar cu improbabilul nume de Colin Pitchfork (furcă) a primit două sentințe pe viață pentru acele crime.

[62] Deși olandez, Dubois era din Eijsden, un orășel aproape de granița părții francofone a Belgiei.

[63] Oamenii sunt incluși în familia Hominidae. Între membrii săi, numiți de obicei hominizi, se numără orice fel de creaturi (inclusiv dintre cele dispărute) care sunt înrudite mai îndeaproape cu noi decât cu orice cimpanzeu ce mai există încă. Maimuțele mari sunt îngrămădite laolaltă într-o familie numită Pongidae. Numeroase voci experte în domeniu afirmă că cimpanzeii, gorilele și urangutanii ar trebui incluși la rândul lor în familia Hominidae, în care oamenii și cimpanzeii ar trebui să formeze o subfamilie numită Homininae. Urmarea ar fi că ființele numite până acum hominizi ar deveni, prin acest aranjament, hominini. (Leakey și alții insistă chiar asupra acestei denumiri.) Numele superfamiliei de maimuțe care ne include și pe noi este Hominoidea.

[64] Dimensiunile absolute ale creierului nu ne spun mare lucru – și în niciun caz nu sunt concludente ori măcar relevante. Elefanții și balenele au creierele mult mai mari decât ale oamenilor, dar nu am avea nicio problemă în a-i păcăli la negocierea unor contracte. Cea care contează este mărimea relativă, o idee care de multe ori este neglijată. Gould observa că *A. africanus* avea un creier de numai 450 cm^3, mai mic decât cel al unei gorile. Dar un mascul de *africanus* tipic cântărea sub 45 kg, iar o femelă și mai puțin, în vreme ce o gorilă ajunge cu ușurință la peste 150 kg.

[65] Una dintre posibilități ar fi aceea că oamenii de Neandertal și cei de Cro-Magnon ar fi avut numere diferite de cromozomi, o complicație ce apare frecvent atunci când se încrucișează specii apropiate, dar nu chiar identice. În lumea ecvestră, de exemplu, caii au 64 de cromozomi, iar măgarii 62. Dacă îi împerechem, vom obține un urmaș cu un număr de cromozomi inutil din punctul de vedere al reproducerii, 63. Pe scurt, obținem un catâr steril.